ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN



Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :
INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :
NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, 200 rue du Chéra — Tél. (041) 52 71 50

Renseignements statistiques. - Statistische inlichtingen. — Journée des Carriers organisée par l'INIEX à Liège, le 30 mars 1977. - Dag van de groeve-ontginners georganiseerd door het NIEB te Luik, op 30 maart 1977 : Exposés de - verslagen door : J. FOCANT, W. LODEZ, B. LONFILS, H. van DUYSE, P. GOFFART. — INIEX. Revue de la littérature technique. — Bibliographie.

SEPTEMBRE 1977 Mensuel — N° 9 — Maandelijks **SEPTEMBER 1977**

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, 200 rue du Chéra — Tél. (041) 52 71 50

Renseignements statistiques. - Statistische inlichtingen. — Journée des Carriers organisée par l'INIEX à Liège, le 30 mars 1977. - Dag van de groeve-ontginners georganiseerd door het NIEB te Luik, op 30 maart 1977 : Exposés de - verslagen door : J. FOCANT, W. LODEZ, B. LONFILS, H. van DUYSE, P. GOFFART. — INIEX : Revue de la littérature technique. — Bibliographie.

SEPTEMBRE 1977 Mensuel — N° 9 — Maandelijks SEPTEMBER 1977

ANNALES DES MINES
DE BELGIQUE

n° 9 — septembre 1977

ANNALEN DER MIJNEN
VAN BELGIE

Nr. 9 — september 1977

Direction-Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie-Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, 200, rue du Chéra — TEL. (041) 52 71 50

Sommaire - Inhoud

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES

1050 BRUXELLES • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • 1050 BRUSSEL

Rue Borrens, 35-43 - Borrensstraat — TEL. 640 10 40

Dépôt légal : D/1977/0168 Wettelijk Depot : D/1977/0168

BASSINS MINIERS / MIJNBEKKENS — Périodes / Perioden	Production nette / Netto produktie t	Consomm. propre et Fournit. au pers. / Eigen verbr. en levering aan het pers.	Stocks / Voorraden t	Jours ouvrés / Gewerkte dagen	PERSONNEL — PERSONEEL: Nombre d'ouv. présents / Aantal aanwezig arb. — Fond / Ondergrond	Fond et surface / Onder- en bovengrond	Indices - Indices: Taille / Pijler	Fond / Ondergrond	Fond et surface / Onder- en bovengrond	Rendement (kg) / Rendement (kg): Fond / Ondergrond	Fond et surface / Onder- en bovengrond	Présences (1) / Aanw. (%): Fond / Ondergrond	Fond et surface / Onder- en bovengrond	Mouvem. main-d'œuvre / Werkkrachten schomm.: Belges / Belgen	Etrangers / Vreemdel.	Total / Totaal	Grisou capté et valorisé / Opgevangen en gevaloriseerd mijngas m³ à 8.500 kcal 0° C - 760 mm Hg
Sud - Zuiden	70 553	10.110	70.985	19,00	2.199	3.346	0,231	0,629	0,976	1.590	1.025	62,74	69,26	— 12	+ 50	+ 38	1.676.062
Campine - Kempen	511.297	34.619	1.227.369	18,03	11.433	14.928	0,086	0,394	0,520	2.537	1.922	87,17	88,55	— 45	+ 5	— 40	972.482
Le Royaume - Het Rijk	581.850	44.729	1.298.354	18,22	13.632	18.274	0,103	0,423	0,575	2.366[2]	1.738[2]	82,28	84,46	— 57	+ 55	— 2	2.648.544
1977 Avril - April	647.055	39.883	1.335.373	19,97	13.347	17.973	0,101	0,409	0,556	2.448	1.798	81,12	83,41	+ 20	— 29	— 9	3.130.496
1977 Mars - Maart	719.370	47.557	1.317.379	22,76	13.429	18.150	0,103	0,420	0,573	2.381	1.746	80,04	82,40	— 211	— 256	— 467	3.479.041
1976 Mai - Mei	605.153	33.778	1.280.994	18,86	14.182	19.090	0,114	0,441	0,603	2.266	1.659	80,84	83,09	— 21	+ 2	— 19	3.023.213
1974 M.M.	675.915	46.823	243.710	20,06	14.579	20.472	0,130	0,444	0,629	2.254	1.590	80,70	83,26	— 758	+ 152	+ 606	5.034.404
1970 M.M.	1.022.392	93.227	214.909	18,80	21.479	30.162	0,157	0,438	0,625	2.284	1.599	83,13	85,37	— 151	— 146	— 297	4.555.460
1969 M.M.	1.100.040	90.639	630.744	19,57	25.339	35.067	0,170	0,473	0,664	2.112	1.506	82,37	84,54	—3381	—4830	—8221	5.783.024
1968 M.M.	1.233.846	94.468	1.735.082	20,28	30.101	40.787	0,184	0,506	0,705	1.976	1.418	83,55	85,55	— 200	— 315	— 515	5.393.912
1966 M.M.	1.458.276	104.342	3.045.509	19,72	40.231	54.455	0,219	0,569	0,787	1.758	1.270	85,07	86,66	— 435	— 617	—1052	4.938.413
1964 M.M.	1.775.376	118.885	1.488.665	21,33	50.710	68.032	0,237	0,635	0,866	1.574	1.155	83,71	85,66	— 291	+ 323	+ 32	5.514.722
1962 id.	1.768.804	124.240	1.350.544	21,56	52.028	71.198	0,224	0,610	0,853	1.624	1.156	81,17	83,82	— 411	+ 2	— 409	5.848.183
1960 id.	1.872.443	176.243	6.606.610	20,50	51.143	71.460	0,268	0,700	0,983	1.430	1.018	81,18	83,70	— 753	— 745	—1498	5.702.727
1956 id.	2.455.079	254.456	179.157	23,43	82.537	112.943	0,35	0,86	1,19	1.156	838	84,21	86,29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1948 id.	2.224.261	229.373	840.340	24,42	102.081	145.366	—	1,14	1,64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 id.	2.465.404	205.234	2.227.260	24,20	91.945	131.241	—	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 id.	1.903.466	187.143	955.890	24,10	105.921	146.084	—	1,37	1,89	731	528	—	—	—	—	—	—
1977 Semaine du 11-6 au 17-6 / Week van 11-6 tot 17-6	125.202		877.095	4,88	11.947	16.583				2.143	1.541	66,00	71,00				

N. B. — (1) Uniquement les absences individuelles. — Alléén individuële afwezigheid.
(2) Sans les effectifs de maîtrise et surveillance : Fond : 2.754 — Fond et surface : 1981 — Zonder de sterkte aan meester en toezichtspersoneel : Ondergrond : 2.754 en bovengrond : 1.981.

BELGIQUE — FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES — MAI 1977
BELGIE — LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHEIDENE ECONOMISCHE SECTORS — MEI 1977

PERIODES / PERIODEN	Foyers domestiques, artisanat, commerce, administrations publiques / Huisbrand, klein-bedrijf, handel, openbare diensten		Cokeries / Cokesfabrieken	Fabriques d'agglomérés / Agglomeratenfabr	Centrales électr. publiques / Openbare elektr. centrales	Sidérurgie / IJzer- en staalnijverheid	Fabrications métall. / Metaalverwerkende nijverheden	Métaux non ferreux / Non-ferro metalen	Chimie / Chemische nijverh.	Chemins de fer et autres transports / Spoorwegen en ander vervoer	Textiles, habillement, cuir / Textiel, kleding, leder	Denr. alim., boissons, tabacs / Voedingswaren, dranken, tabak	Produits minéraux non métalliques / Niet metalen delfstoffen		Pâtes à papier, papier / Papierpulp, papier	Industries diverses / Allerlei nijverheidstakken	Exportations* / Uitvoer	Total du mois / Tot. v. d. maand
1977 Mai - Mei		18.361	378.124	4.999	149.707	4.367	859	576	2.652	679	25	80	2.431		—	207	21.133	584.200
Avril - April		18.256	342.817	7.586	194.214	3.483	893	987	3.078	617	104	35	441		—	416	26.535	599.462
Mars - Maart		19.974	306.734	8.291	224.594	3.656	1.106	1.106	3.196	485	122	48	572		—	391	22.016	592.291
1976 Mai - Mei		20.914	275.890	9.465	76.819	5.418	2.000	631	179	993	25	931	653		—	1.882	14.599	410.399
1974 MM.		56.041	391.865	28.638	86.007	5.353	1.221	3.890	246	1.034	151	1.676	1.907		25	1.539	32.007	611.569
1970 M.M.		112.550	464.180	54.101	183.135	11.596	19.132	10.100	425	2.370	388	4.161	6.725		4.191	4.359	44.102	925.190
1969 M.M.		132.890	519.889	51.651	271.629	13.387	2.502	12.188	374	2.630	521	5.564	9.328		4.790	3.035	74.823	1.105.199
1968 M.M.		166.544	510.582	63.687	316.154	10.976	2.595	10.189	1.129	3.241	588	6.703	11.598		4.382	3.566	95.376	1.207.310
		(2)												(3)				
1966 M.M.	174.956	12.534	466.091	76.426	334.405	13.655	4.498	15.851	6.366	7.955	1.286	5.496	15.996	11.063	5.558	14.288	99.225	1.265.649
1964 M.M.	217.027	14.940	526.285	112.413	294.529	8.904	7.293	21.429	13.140	23.176	2.062	13.632	22.867	57.211	10.527	15.150	169.731	1.530.316
1962 M.M.	278.231	13.871	597.719	123.810	341.233	8.112	10.370	21.796	23.376	45.843	3.686	17.082	26.857	65.031	13.549	20.128	223.832	1.834.526
1960 M.M	266.847	12.607	619.271	84.395	308.910	11.381	8.089	28.924	18.914	61.567	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.770.641
1956 M.M.	420.304	15.619	599.722	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	32.328(1)	353.828	2.224.332
1952 M.M.	480.657	14.102	708.921 (1)		275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669

N. B. — (1) Y compris le charbon fourni aux usines à gaz. — Daarin begrepen de aan de gasfabrieken geleverde steenkolen.
(2) Fourniture aux administrations publiques. — Levering aan de openbare diensten.
(3) Fourniture aux cimenteries. — Levering aan de cementfabrieken.

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Fours en activité - Ovens in werking: Batteries Batterijen	Fours Ovens	Charbon - Steenkolen (t) Reçu - Ontv.: Belge Inheemse	Etranger Uitheemse	Enfourné In de oven geladen	Huiles combustibles Stookolie (t)	COKE - COKES (t) Production - Produktie: Gros coke Dikke cokes > 80 mm	Autres Andere	Total Totaal	Consomm. propre Eigen verbruik	Livr. au personnel Levering aan pers.	Débit - Afzet: Sect. domest., artisanat et admin. publ. - Huis. sektor, kleinbedrijf en openb. diensten		Sidérurgie IJzer- en staalnijverheid	Centr. électr. publiques Openb. elektr. centrales	Transports Vervoer	Autres secteurs Andere sektors	Exportation Uitvoer	Total Totaal	Stock fin de mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeid.
Gras - Vetkool			385.939	288.094	669.374																	
Autres - Andere			—	5.000	2.500																	
Le Royaume - Het Rijk	42	1.356	385.939	293.094	667.874		462.057	40.533	502.590	459	491	491		457.513	—	—	6.421	22.980	487.405	98.031	2.897
1977 Avril - April	42	1.356	331.690	383.249	640.085		445.978	36.870	482.848	513	525	543		440.190	—	188	8.909	27.795	477.624	83.796	2.850
Mars - Maart	42	1.356	311.923	413.708	669.152		463.223	41.902	505.125	687	763	644		472.696	—	100	7.245	37.251	517.936	79.610	2.898
1976 Mai - Mei	43	1.386	279.017	437.445	734.256		491.538	69.583	561.121	7	201	456		533.592	—	38	5.720	21.132	560.938	107.855	2.994
1974 M.M.	45	1.472	396.620	474.551	872.722		555.914	114.953	670.867	22	1.099	4.834		606.197	14	143	20.155	38.705	653.354	283.183	3.196
1970 M.M.	42	1.378	471.981	335.828	771.875	(4)	483.060	110.208	593.267	196	2.830	6.162		486.084	39	1.176	41.698	50.362	585.521	688.236	3.041
1969 M.M.	41	1.379	515.282	266.488	781.952	(4)	503.144	100.930	604.075	367	3.066	9.084		513.846	21	903	39.480	40.250	563.335	82.874	3.039
1968 M.M.	43	1.431	510.733	269.531	785.596	(4)	494.007	109.853	603.590	282	3.397	11.318		493.621	29	1.186	40.536	55.880	502.570	118.142	3.165
												(2)	(3)								
1966 M.M.	46	1.500	465.298	283.631	757.663	1.468	461.970	118.145	580.115	1.306	5.142	11.595	1.342	442.680	117	1.010	44.278	66.884	567.906	188.726	3.524
1964 M.M.	49	1.581	520.196	283.612	805.311	840	485.178	131.291	616.429	1.759	5.640	13.562	1.833	483.554	83	1.209	48.159	59.535	607.935	161.531	3.998
1962 M.M.	43	1.439	581.012	198.200	778.073	951	481.665	117.920	599.585	6.159	5.542	14.405	2.342	473.803	159	1.362	46.384	3.450	591.905	217.789	4.310
1960 M.M.	51	1.668	614.508	198.909	811.811	23.059(1)	502.323	124.770	627.093	7.803	5.048	12.564	2.973	468.291	612	1.234	49.007	82.218	616.899	269.877	3.821
1956 M.M.	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(1)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538	5.003	433.510	1.918	2.200	56.636	76.198	591.308	87.208	4.137
1948 M.M.	47	1.510	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 M.M.	56	1.669	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 M.M.	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

N.B. — (1) En hl. - In hl. — (2) Secteur domestique et artisanat - Huisbrand en kleinbedrijf. — (3) Administrations publiques - Openbare diensten. — (4) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE
BELGIE

COKERIES
COKESFABRIEKEN

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Gaz - Gas 1.000 m³, 4.250 kcal, 0° C, 760 mm Hg: Production Produktie	Consomm. propre Eigen verbruik	Débit - Afzet: Synthèse Ammon. fabr.	Sidérurgie Staalnijverh.	Autres indus. Andere bedr.	Centrales élec. Elek. centrales	Sous-produits Bijprodukten (t): Goudron brut Ruwe teer	Ammoniaque Ammoniak	Benzol
Gaz de fours - Hoogovengas.	218.975	97.344	10.002	70.796	10.076	30.752			
Autres - Andere	—	17.030	—	6.144	—	—			
Le Royaume - Het Rijk	218.975	114.374	10.002	76.940	10.076	30.752	19.358	3.620	4.432
1977 Avril - April	210.028	111.661	8.655	72.348	9.902	29.732	18.034	3.357	4.383
Mars - Maart	219.095	115.524	10.246	73.235	10.479	33.257	17.899	3.153	4.382
1976 Mai - Mei	244.351	136.005	13.383	71.343	8.814	40.927	20.623	4.082	4.026
1974 M.M.	275.138	151.001	12.043	98.876	7.919	53.854	23.714	4.379	4.769
1970 M.M.	264.156	132.455	19.397	80.926			19.471	3.995	4.586
1969 M.M.	266.093	131.627	22.652	83.604			20.527	5.141	5.366
1968 M.M	273.366	131.861	32.096	81.331			21.841	5.874	5.567
1966 M.M.	262.398	124.317	47.994	71.338			21.297	6.415	5.053
1964 M.M.	282.815	132.949	75.748	69.988			23.552	6.764	5.470
1962 M.M.	280.103	128.325	69.423	17.162			23.044	6.891	5.239
1960 M.M.	283.038	133.434	80.645	64.116			22.833	7.043	5.870
1956 M.M.	267.439	132.244	78.704	56.854			20.628	7.064	5.569
1948 M.M.	105.334	—	—	—			16.053	5.624	4.978
1938 M.M.	75.334	—	—	—			14.172	5.186	4.636

FABRIQUES D'AGGLOMERES
AGGLOMERATENFABRIEKEN

MAI 1977
MEI 1977

PERIODE / PERIODE	Production - Produktie (t): Boulets Eierkolen	Briquettes Briketten	Total Totaal	Consommation propre Eigen verbruik (t)	Livraison au personnel Lever. aan het personeel (t)	Mat. prem. Grondstoffen (t): Charbon Steenkool	Brai Pek	Ventes et cessions Verkocht en afgestaan (t)	Stock fin du mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeid.
1977 Mai - Mei	8.490	400	8.890	235	6.500	9.276	729	2.487	2.474	38
Avr. - April	9.620	300	9.920	247	7.221	9.362	801	2.409	2.654	40
Mars-Maart	10.882	710	11.592	303	7.707	10.824	949	2.889	2.472	41
1976 Mai - Mei	12.599	530	13.129	322	7.284	12.069	2.408	5.932	3.302	48
1974 M.M.	33.775	940	34.715	603	12.418	32.016	2.872	22.117	3.112	123
1970 M.M.	59.178	2.920	62.098	2.101	16.990	58.556	4.751	43.469	24.951	230
1969 M.M.	62.954	3.165	66.119	2.318	15.132	58.289	5.564	49.335	21.971	268
1968 M.M.	64.766	3.820	68.586	3.364	14.784	65.901	5.404	51.061	30.291	316
1966 M.M.	75.315	5.645	80.950	2.316	16.191	78.302	6.329	65.598	48.275	482
1964 M.M.	109.081	10.337	119.418	2.425	17.827	85.138	7.124	70.576	37.623	478
1962 M.M.	119.386	14.134	133.520	2.920	16.708	127.156	10.135	114.940	5.315	577
1960 M.M.	77.240	17.079	94.319	2.282	12.191	84.464	7.060	77.103	32.920	473
1956 M.M.	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	133.542	4.684	647
1948 M.M.	27.014	53.384	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563
1938 M.M.	39.742	102.948	142.690		—	129.797	12.918	—	—	873
1913 M.M.	—	—	217.387		—	197.274	—	—	—	1.911

(1) Chiffres indisponibles — Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE BELGIE — BRAI PEK t — MAI 1977 MEI 1977

PERIODE	Quantités reçues Ontvangen hoeveelheden: Orig. indig. Inh. oorspr.	Importations Invoer	Total Totaal	Consomm. totale Totaal verbruik	Stock fin du mois Voorr. einde maand	Exportations Uitvoer
1977 Mai - Mei	105	86	191	729	656	1.914
Avril - April	638	140	778	801	1.194	642
Mars - Maart	726	162	888	949	1.217	1.334
1976 Mai - Mei	504	—	504	2.408	1.165	
1974 M.M.	2.626	815	3.441	2.872	4.623	—
1970 M.M.	4.594	168	4.762	4.751	6.530	193
1969 M.M.	5.187	6	5.193	5.564	8.542	—
1968 M.M.	4.739	86	4.825	5.404	14.882	274
1966 M.M.	4.079	382	4.461	6.329	46.421	398
1964 M.M.	6.515	7.252	13.767	9.410	82.198	1.080
1962 M.M.	8.832	1.310	10.142	10.135	19.963	—
1956 M.M.	7.019	5.040	12.059		51.022	1.281
1952 M.M.	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357	2.014

BELGIQUE BELGIE — METAUX NON-FERREUX NON FERRO-METALEN — MARS 1977 MAART 1977

PERIODE	Produits bruts - Ruwe produkten: Cuivre Koper (t)	Zinc Zink (t)	Plomb Lood (t)	Etain Tin (t)	Alum., Antim., Cadm., etc (t) Alum., Antim., Cadm., enz. (t)	Poussières de zinc (t) Zinkstof (t)	Total Totaal (t)	Argent, or platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Demi-finis - Half. pr.: Mét. préc. exc. Edele metalen uitgezonderd (t)	Argent, or, platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Ouvriers occupés Te werk gestelde arbeiders
1977 Mars - Maart	56.943	21.449	11.450	471	923	3.839	95.075	84.222	57.885	2.256	13.640
Février - Februari	53.816	19.963	11.009	432	849	3.763	89.832	73.612	49.734	1.676	13.689
Janvier - Januari	52.347	20.494	11.024	462	843	3.909	89.079	79.709	54.575	1.623	13.704
1976 Mars - Maart	31.467	18.737	8.020	503	687	790	63.417	96.628	51.608	2.059	14.311
1974 M.M.	32.359	24.466	9.164	353	1.015	4.502	71.857	45.979	25.907	2.591	16.241
1970 M.M.	29.423	19.563	3.707	477			62.428	76.259	36.333	3.320	16.689
1969 M.M.	25.077	21.800	9.366	557			57.393	121.561	36.007	2.451	16.462
1968 M.M.	28.409	20.926	9.172	497			59.486	85.340	32.589	1.891	15.881
1966 M.M.	25.286	20.976	7.722	548			55.128	37.580	32.828	2.247	18.038
1964 M.M.	23.844	18.545	6.943	576			50.548	35.308	29.129	1.731	17.510
1962 M.M.	18.453	17.180	7.763	805			44.839	31.947	22.430	1.579	16.461
1956 M.M.	14.072	19.224	8.521	871			43.336	24.496	16.604	1.944	15.919
1952 M.M.	12.035	5.956	6.757	850			36.155	23.833	12.729	2.017	16.227

BELGIQUE-BELGIE — SIDERURG

PRODUCTIO

PERIODE PERIODE	Hauts fourneaux en activité Hoogovens in werking	Produits bruts Ruwe produkten: Fonte Gietijzer	Acier en lingots Staalblokken	Acier moulé av. ébard. Gegoten staal voor afboording	Produits demi-finis Half-produkten: Pour relamin. belges Voor Belg. herwalsers	Autres Andere	Aciers marchands Handelsstaal	Profilés Profielstaal	Rails et accessoires Spoorstaven en toebehoren
1977 Mai - Mei	21	827.804	1.060.529	3.481	57.528	64.468	98.090	97.488	—
Avril - April	21	708.649	904.417	3.718	54.451	52.530	102.549	96.408	—
Mars - Maart	21	847.014	1.082.966	3.490	55.588	72.412	131.374	106.309	—
1976 Mai - Mei	28	861.729	1.032.936	3.716	95.922	88.355	149.003	109.095	—
1974 M.M.	39	1.084.970	1.325.540	6.677	79.287	86.412	239.090	121.815	424
1970 M.M.	41	895.076	1.050.953	8.875	51.711	77.649	20.684	77.345	3.139
1969 M.M.	42	924.332	1.069.748	(3)	56.695	69.424	217.770	67.378	4.150
1968 M.M.	41	864.209	964.389	(3)	45.488	58.616	202.460	52.360	3.689
1966 M.M.	40	685.805	743.506	(3)	49.224	63.777	167.800	38.642	4.486
1964 M.M.	44	670.548	727.548	(3)	52.380	80.267	174.098	35.953	3.382
1962 M.M.	45	562.378	613.479	4.805	56.034	49.495	172.931	22.572	6.976
1960 M.M.	53	546.[illegible]61	595.060	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5.337
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.315
				(1)					
1948 M.M.	51	327.416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9.853
1938 M.M.	50	202.177	184.369	3.508	37.839		43.200	26.010	9.337
1913 M.M.	54	207.058	200.398	25.363	127.083		51.177	30.219	28.489

(3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE
BELGIE

IMPORTATIONS-EXPORTATIONS
IN- EN UITVOER

MAI 1977
MEI 1977

Importations - Invoer (t)

Pays d'origine Land van herkomst Période Periode Répartition Verdeling	Charbon Steenkolen	Coke Cokes	Agglomérés Agglomeraten	Lignite Bruikolen
C.E.C.A. - E.G.K.S.				
Allem. Occ. - W. Duitsl. .	282.762	2.852	13.627	2.121
France - Frankrijk	5.463	8.106	55	—
Pays-Bas - Nederland . . .	—	12.229	—	—
Roy. Uni - Veren. Koninkrijk.	9.900	23	—	—
Total - Totaal	298.125	23.210	13.682	2.121
PAYS TIERS - DERDE LANDEN				
E.U.A. - V.S.A.	147.068	—	—	—
URSS - USSR	19.716	—	—	—
Pologne - Polen	8.655	—	—	—
Afrique du Sud - Zuid Afrika.	5.000	—	—	—
Divers - Allerlei	2.186	295	—	—
Total - Totaal	182.625	295	—	—
Ens. Mai 1977 Samen mei . .	480.750	23.505	13.682	2.121
1977 Avril - April	658.043	28.520	12.666	1.405
Mars - Maart	632.215	40.382	4.043	1.035
1976 Mai - Mei	685.619	52.574	9.487	1.525
1974 M.M	790.469	112.616	7.295	2.829
Repartition - Verdeling :				
1) Sect. dom. - Huisel. sektor	122.567	836	13.682	2.121
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	351.969	22.669	—	—
Réexportation - Wederuitvoer.	1.933	—	—	—
Mouv. stocks - Schom. voor.	+ 4.281	—	—	—

Exportations - Uitvoer (t)

Destination Land van bestemming	Charbons Steenkolen	Cokes Cokes	Agglomérés Agglomeraten
C.E.C.A. - E.K.G.S.			
Allemagne Occ. - W. Duitsl.	14.265	1.035	—
France - Frankrijk	3.811	4.951	446
Luxembourg - Luxemburg . .	—	13.920	—
Pays-Bas - Nederland	595	604	—
Total - Totaal	18.671	20.510	446
PAYS TIERS - DERDE LANDEN			
Danemark - Denemarken . . .			
Norvège - Noorwegen			
Suède - Zweden			
Suisse - Zwisterland			
Congo - Kongo (Kinshasa) . .			
Divers - Allerlei	2.462	2.470	—
Total - Totaal	2.462	2.470	—
Ens. Mai 1977 Samen Mei	21.133	22.980	446
1977 Avril - April	26.535	27.795	134
Mars - Maart	22.016	37.251	180
1976 Mai - Mei	14.599	21.132	1.019
1974 M.M.	32.007	38.705	2.101

ZER- EN STAALNIJVERHEID

MAI-MEI 1977

ODUCTIE t

Produits finis - Afgewerkte produkten: Fil machine Walsdraad	Tôles fortes Dikke platen ≥ 4,76 mm	Tôles moyennes Middeldikke platen 3 à 4,75 mm 3 tot 4,75 mm	Larges plats Universeel staal	Tôles fines noires Dunne platen niet bekleed	Feuillards bandes à tubes Bandstaal Banden v. buizenstrip	Ronds et carrés pour tubes Rond en vierkant staafmat. voor buizen	Divers Allerlei	Total des produits finis Totaal der afgewerkte produkten	Produits finals - Verder bew. prod.: Tôles galv., plomb. et étamées Verzinkte, verlode en vertinde platen	Produits finals - Verder bew. prod.: Tubes d'acier Stalen buizen	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeiders
53.190	104.142	49.173	1.440	360.036	10.633	—	1.226	775.418	92.227	14.711	45.198
51.698	100.660	44.874	643	333.429	12.903	—	1.472	744.636	98.614	18.616	45.293
58.320	99.468	43.529	1.084	360.653	10.829	—	2.047	813.613	102.895	20.122	45.571
63.296	71.399	43.143	1.156	214.843	16.230	—	1.094	669.259	101.556	25.319	47.245
67.540	163.093	50.228	2.500	338.357	17.118	10.784	2.581	1.013.530	89.054	23.426	52.653
63.481	90.348	50.535	2.430	242.951	30.486	5.515	2.034	774.848	60.660	23.082	50.663
72.736	97.658	59.223	2.105	258.171	32.621	5.377	1.919	819.109	60.141	23.394	48.313
80.861	78.996	37.511	2.469	227.851	30.150	3.990	2.138	722.475	51.339	20.199	47.944
77.133	68.572	25.289	2.073	149.511	32.753	4.409	1.636	572.304	46.916	22.462	49.651
72.171	47.996	19.976	2.693	145.047	31.346	1.181	1.997	535.840	49.268	22.010	53.604
53.288	41.258	7.369	3.526	113.984	26.202	290	3.053	451.448	39.537	18.027	53.066
53.567	41.501	7.593	2.536	90.752	29.323	1.834	2.199	396.405	26.494	15.524	44.810
										(2)	
40.874	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
28.979	28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
11.852	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024
10.603	19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

Production Produktie	Unité - Eenheid	fevr. - feb. 1977	janv. - jan. 1977	fevr. - feb. 1976	MM 1976
Porphyre - Porfier :					
Moëllons - Breuksteen	t	—	—	—	112
Concassés - Puin	t	206.962	301.288	338.613	524.060
Petit granit - Hardsteen :					
Extrait - Ruw	m^3	48.152	66.064	22.336	61.650
Scié - Gezaagd	m^3	5.308	5.359	3.662	5.662
Façonné - Bewerkt	m^3	705	600	631	778
Sous-prod. - Bijprodukten	m^3	42.496	54.905	35.742	52.242
Marbre - Marmer :					
Blocs équarris - Blokken	m^3	255	292	95	195
Tranches-Platen (20 mm)	m^2	14.303	16.339	15.959	16.130
Moëllons et concassés -	t	189	168	103	412
Bimbeloterie - Snuisterijen	kg	—	—	—	—
Grès - Zandsteen :					
Moëllons bruts - Breukst.	t	6.389	4.937	7.184	24.937
Concassés - Puin	t	73.006	77.544	54.533	163.960
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek	t	9	1	9	74
Divers taillés - Diverse	t	2.819	2.078	1.797	3.397
Sable - Zand :					
pr. métall. - vr. metaaln.	t	83.229	85.004	76.439	87.441
pr. verrerie - vr. glasfabr.	t	138.943	133.364	110.292	135.080
pr. constr. - vr. bouwbedr.	t	692.792	549.405	697.091	812.182
Divers - Allerlei	t	112.101	887.385	116.511	187.216
Produits de dragage - Prod. v. baggermolens :					
Gravier - Grind	t	399.325	386.268	248.658	576.353
Sable - Zand	t	118.410	111.316	41.387	103.012

Production Produktie	Unité - Eenheid	fevr. - feb. 1977	janv. - jan. 1977	fevr. - feb. 1976	MM 1976
Calcaires - Kalksteen	t	2.134.522	2.080.380	1.368.044	2.012.953
Chaux - Kalk	t	177.534	174.624	195.783	192.016
Carbonates naturels - Natuurcarbonaat	t	38.584	36.631	27.739	29.288
Dolomie - Dolomiet :					
crue - ruwe	t	186.305	212.524	200.355	223.742
frittée - witgegloeide	t	16.429	16.193	21.285	17.445
Plâtres - Pleisterkalk	t	16.266	14.739	13.303	17.445
Agglomérés de plâtre - Pleisterkalkagglomeraten	m^2	1.722.442	1.601.285	1.532.298	1.527.618
Silex - Vuursteen :	t	165	144	42	158
Quartz et Quartzites - Kwarts en Kwartsiet	t	12.877	2.705	4.581	25.951
Argiles - Klei	t	6.997	5.815	3.922	8.897
Personnel - Personeel :					
Ouvriers occupés - Tewerkgestelde arbeiders		6.589	6.863	7.152	7.026

(c) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

Journée des carriers

Journée d'information organisée par l'Institut National des Industries Extractives à Liège, le 30 mars 1977

★ Utilisation des haveuses « Perrier » dans l'exploitation des Carrières de Marbre Rouge.
J. FOCANT.

★ Découpage de la roche en place au moyen de la haveuse Bisso aux « Industries Ardoisières Belges - INARBEL ».
W. LODEZ.

★ La chaîne diamantée dans l'extraction en carrières.
B. LONFILS.

★ Quelques nouveautés concernant l'utilisation des brise-roches dans les carrières.
H. VAN DUYSE.

★ Forage en carrières.
H. VAN DUYSE.

★ Amorçage rationnel des grosses mines chargées d'explosif en vrac.
P. GOFFART.

★ Vibrations dues aux tirs. Critères de dégâts et environnement.
J. BOXHO.

★ La désulfuration des gaz à la chaux.
Ph. DUMONT et R. BONSANG.

★ Application de la précontrainte à la pierre.
Y. DURAND.

★ Panneaux architectoniques en pierres naturelles.
E. MARECHAL.

★ Nouveaux développements dans le domaine des bétons résineux.
J. BRICTEUX et C. MICHAUX.

Dag van de groeve-ontginners

Informatiedag georganiseerd door het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven te Luik, op 30 maart 1977

★ Gebruik van de ondersnijmachines « Perrier » bij de ontginning van groeven van rood marmer.
J. FOCANT.

★ Versnijding van het gesteente in situ met behulp van de kettingsnijmachine Bisso bij « Les Industries Ardoisières Belges - INARBEL ».
W. LODEZ.

★ De diamantketting bij de ontginning in groeven.
B. LONFILS.

★ Enkele nieuwigheden bij het gebruik van steenbrekers in groeven.
H. VAN DUYSE.

★ Het boren in groeven.
H. VAN DUYSE.

★ Rationele aanzetting van mijngaten met grote diameter geladen met losgestorte springstoffen.
P. GOFFART.

★ Schiettrillingen. Criteria voor beschadiging en leefmilieu.
J. BOXHO.

★ De ontzwaveling van gas door middel van kalk.
Ph. DUMONT et R. BONSANG.

★ Toepassing van voorspanning op steen.
Y. DURAND.

★ Bouwpanelen in natuursteen.
E. MARECHAL.

★ Nieuwe ontwikkeling op het gebied van harsbeton.
J. BRICTEUX et C. MICHAUX.

Utilisation des haveuses « Perrier » dans l'exploitation des carrières de marbre rouge

Gebruik van de ondersnijmachines « Perrier » bij de ontginning van de groeven van rood marmer

Jean FOCANT *

RESUME

Les gisements de marbre rouge étant des massifs récifaux compacts, l'exploitation en est faite en sciant des lits de carrière artificiels horizontaux.

Pour permettre l'exécution de ces lits, il convient d'ouvrir d'abord une tranchée autour de la masse que l'on désire extraire pour y fixer les appareils de sciage au fil hélicoïdal pour assurer le sciage horizontal à bonne hauteur.

Ces tranchées sont faites au moyen de deux traits de sciage de haveuses verticaux pratiqués dans le sens longitudinal et en bordure des tranchées à extraire.

Ces deux traits longitudinaux permettent de rompre facilement à la base le contenu des tranchées qui s'enlève sans difficultés eu égard à la largeur du trait de scie.

Sans les haveuses, il fallait précédemment effectuer des puits coûteux permettant de scier au fil hélicoïdal les tranchées susdites au moyen de deux sciages verticaux et d'un sciage horizontal. Ce procédé réclamait une main d'œuvre qualifiée difficile à trouver.

L'utilisation des haveuses « Perrier » permet le façonnage de ces tranchées dans un temps beaucoup plus court et à un plus bas prix de revient.

Le fait que la haveuse « Perrier » soit réduite au minimum dans ses dimensions permet l'enlèvement de n'importe quelle surface de gisement, si petit soit-il.

En ce qui concerne la qualité des haveuses « Perrier », nous pouvons dire qu'une expérience de quelque dix années prouve qu'il s'agit d'un matériel robuste, dont les pièces d'usures sont offertes à des prix normaux.

SAMENVATTING

Daar de afzettingen van rood marmer compacte rifmassieven zijn, worden, met het oog op hun ontginning, horizontale kunstmatige scheidingsvlakken gezaagd.

Daartoe dient eerst, rond het te ontginnen massief, een gracht gemaakt waarin de zaagapparatuur met schroefvormige draad wordt geplaatst om het horizontale zaagwerk op de juiste hoogte uit te voeren.

Deze grachten worden gevormd met behulp van een ondersnijmachine, die twee overlangse verticale sneden aanbrengt aan de rand van de te ontginnen grachten.

Deze twee sneden in de lengte maken het mogelijk de inhoud van de grachten gemakkelijk onderaan los te maken en, dank zij de brede zaagsnede, zonder moeilijkheden op te halen.

Zonder ondersnijmachines diende men eerst, met hoge kosten, putten te maken om met behulp van de schroefvormige draad de hoger beschreven grachten te kunnen uitzagen met twee verticale sneden en een horizontale. Dit procédé vereiste geschoold personeel dat moeilijk te vinden was.

Met de ondersnijmachines « Perrier » kunnen deze grachten op veel kortere tijd en tegen een lagere kostprijs worden gevormd.

Doordat de afmetingen van de ondersnijmachine « Perrier » tot een minimum zijn herleid, kan om het even welke afzettingsoppervlakte, hoe klein ook, uitgesneden worden.

Wat de kwaliteit van de ondersnijmachines « Perrier » betreft, kan na een tiental jaren ervaring worden gezegd dat het hier om een stevig materieel gaat waarvan de vervangstukken tegen normale prijzen verkrijgbaar zijn.

* Administrateur, Marbreries Focant SA, rue J. Besme, 56 — B-1080 Bruxelles.

ZUSAMMENFASSUNG

Nachdem die Lagerstätten von rotem Marmor aus kompaktem Felsenriff bestehen, wird deren Abbau durch Zersägen von künstlichen, horizontalen Bruchlagern vorgenommen.

Zur Ausführung dieser Bruchlager muß zuerst ein Graben rings um die Masse gezogen werden, die man zu gewinnen beabsichtigt zur Befestigung der Sägegeräte an dem Wendeldraht, damit das horizontale Zerlegen in der richtigen Höhe gewährleistet ist.

Diese Gräben werden mittels zweier vertikalen, in Längsrichtung gezogenen Sägestriche durch Schrämmaschinen, und zwar am Rande der auszubeutenden Gräben gezogen.

Aufgrund dieser beiden Striche in Längsrichtung kann der Grabeninhalt von dem Grund aus leichter gebrochen und somit ohne Schwierigkeit abgeräumt werden angesichts des breiten Sägestriches.

Ohne Schrämmaschinen mußten früher kostspielige Schächte ausgegraben werden, die es möglich machten, die oben erwähnten Gräben mit dem Wendeldraht mittels zweier vertikalen Sägestriche bzw. eines waagerechten Sägestriches zu zerlegen. Diese Verfahren erforderte qualifizierte, schwer zu findende Arbeitskräfte.

Mit dem Einsatz der Perrier-Schrämmaschinen können diese Gräben innerhalb einer viel kürzeren Zeitspanne bzw. mit niedrigeren Selbstkosten ausgeführt werden.

Aufgrund der Tatsache, daß die Abmessungen der Perrier-Schrämmaschine aufs Minimum reduziert wurden, wird das Abtragen irgendeiner, auch so kleinen Lagerstättenfläche möglich.

In Bezug auf die Qualität der Perrier-Schrämmaschinen können wir aufgrund einer nahezu zehnjährigen Erfahrung behaupten, daß es sich hierbei um robustes Material handelt, dessen Verschleißteile zu normalen Preisen zu beziehen sind.

SUMMARY

The red marble deposits were compact reef formations; they are worked by sawing out artificial horizontal quarry beds.

To form these beds, a trench has to be opened around the block to be removed; this trench is where the spiral-rope sawing equipment is fixed, to ensure a horizontal cut at the correct height.

The trenches are made by taking two cuts by means of vertical cutters, the cuts running longitudinally and along the edge of the desired trench.

These two longitudinal cuts make it easy to break out at the base the rock contained in the trench; this rock can be removed readily, because of the width of the cut.

Previously, when the cutters were not available, it was necessary to make vertical shafts — an expensive operation — to enable the above-mentioned trenches to be cut by means of spiral-rope saws; two vertical sawcuts and one horizontal cut had to be made. This process required skilled workers who are difficult to find.

The use of Perrier cutters enables these trenches to be made much more quickly and more cheaply. That fact that the Perrier cutter is so very compact makes it possible to remove any area of deposit, ever the smallest.

We have found in ten years' use of the Perrier cutters that they are robust; replacements for the wear-prone parts are marketed at normal prices.

Considérant que la plupart des personnes présentes connaissent déjà les haveuses « Perrier », nous avons pensé qu'à cette occasion nous pouvions tirer une synthèse de notre expérience d'utilisation de ces machines depuis près de 10 ans sans, pour autant, en faire la définition technique que le fabricant est mieux à même de présenter que nous.

Dans cette synthèse, nous mettons en évidence :

- Le type de travail réservé aux haveuses dans les carrières de marbre rouge.
- Le genre d'utilisation des haveuses et les rendements obtenus.

Daar de meeste aanwezigen de ondersnijmachines « Perrier » reeds kennen, wilden wij bij deze gelegenheid een samenvattende balans opmaken van onze bijna tienjarige ervaring met deze machines, zonder daarom een technische beschrijving te geven, waarvoor de fabrikant beter geplaatst is dan wij.

Deze samenvatting omvat de volgende aspecten :

- Het soort werk waarvoor de ondersnijmachines in de groeven van rood marmer worden gebruikt.
- De gebruikswijze van de ondersnijmachines en de verkregen rendementen.

— L'étude comparative du prix de revient avec les autres moyens.
— Le coût des pièces d'usure.
— Considérations générales.

1. *Type de travail réservé aux haveuses dans les carrières de marbre rouge*

Les carrières de marbre rouge sont des massifs récifaux compacts contrairement aux autres gisements de marbre ou de granit belge dont l'exploitation est facilitée par les lits naturels.

Placé devant cette situation, l'exploitant est obligé de scier horizontalement pour créer une sorte de lit de carrière artificiel qu'il débite en tenant compte des couleurs et des défauts naturels.

Avant de pouvoir scier horizontalement, il faut créer autour de la masse à enlever des « dessertes », c'est-à-dire des tranchées au fond desquelles les appareils de sciage à fil hélicoïdal seront placés.

C'est pour l'exécution de ces « dessertes » que les haveuses sont utilisées avec intérêt.

En ce qui concerne le débitage des masses, celui-ci ne peut se faire au moyen de haveuses du fait que ce débitage ne peut être fait en lignes droites, mais doit suivre les impératifs que représentent les variations de teintes et les défauts naturels.

2. *Type d'utilisation des haveuses et rendements obtenus*

La haveuse est constituée principalement d'un wagonnet à corps basculant supportant le lame-bras, les moteurs et l'appareillage électrique.

Ce wagonnet se déplace sur rail à l'aide d'un ensemble « pignon-crémaillère ». Le basculement du wagonnet permet de passer de la position horizontale de havage à la position verticale de rouillage.

Seule, cette dernière position est utilisée pour l'exécution des « dessertes ».

Le « lame-bras » sert de guide au déplacement de la chaîne de sciage.

Le « lame-bras » est fixé à la pièce d'attaque principale, et il est orientable pour braquer le bras en début et fin de course.

La chaîne en acier dur est constituée de maillons, dont un sur deux est un maillon porte-outil.

Pour un sciage utile de 1,60 m, la chaîne se compose de 80 maillons dont 40 porte-outils tandis que, pour un sciage utile de 2,60 m, la chaîne se compose de 120 maillons dont 60 porte-outils.

— De vergelijkende kostprijsstudie t.o.v. de andere middelen.
— De kostprijs van de vervangstukken.
— Algemene beschouwingen.

1. *Soort werk waarvoor de ondersnijmachines in de groeven van rood marmer worden gebruikt*

De groeven van rood marmer zijn compacte rifmassieven, in tegenstelling tot de andere marmer- of Belgische hardsteengroeven, waar de ontginning wordt vergemakkelijkt door de natuurlijke vlakken.

Deze situatie verplicht de ontginner horizontaal te zagen om een soort kunstmatig scheidingsvlak af te bakénen, dat volgens de kleuren en de natuurlijke gebreken wordt verzaagd.

Vooraleer horizontaal te kunnen zagen, dienen rond het te ontginnen massief grachten voor de horizontale snede gevormd waarin de zaagapparatuur met schroefvormige draad zal worden geplaatst.

Voor het vormen van die grachten voor de horizontale snede worden de ondersnijmachines ingezet en met goed resultaat.

Wat het verzagen van de blokken betreft, daarvoor kunnen geen ondersnijmachines worden gebruikt omdat dit niet in rechte lijnen mag gebeuren maar wel volgens de verschillende kleuren en de natuurlijke gebreken.

2. *Gebruikswijze van de ondersnijmachines en verkregen rendementen*

De ondersnijmachine bestaat hoofdzakelijk uit een kipwagen die de snijarm, de motoren en de elektrische apparatuur draagt.

Deze wagen verplaatst zich over sporen door middel van een tandheugel.

Dank zij het kippen van de wagen kan de arm overgaan van de horizontale snijpositie naar de verticale kerfpositie.

Enkel deze laatste positie wordt gebruikt voor het uitsnijden van de grachten voor de horizontale snede.

De snijarm geleidt de zaagketting bij haar verplaatsing.

De snijarm wordt aan de aandrijfkop bevestigd en is draaibaar zodat de arm kan zwenken bij het begin en het einde van de loop.

De ketting in hard staal bestaat uit schakels, waarvan één op twee een beitel draagt.

Voor een nuttige zaagsnede van 1,60 m bestaat de ketting uit 80 schakels, waarvan 40 beitelhouders ; voor een nuttige zaagsnede van 2,60 m bestaat ze uit 120 schakels, waarvan 60 beitelhouders.

La largeur du trait obtenu avec la chaîne est d'environ 35 mm et est réalisée à l'aide de 4 outils en carbure de tungstène dont les largeurs sont respectivement de 8, 17, 26 et 33 mm.

En actionnant la pièce d'attaque, le bras s'incline progressivement et s'engage dans la masse, la chaîne étant constamment lubrifiée à l'aide d'une pompe à huile qui injecte en permanence l'huile dans le roulement du bout de bras, le surplus lubrifiant le chemin de roulement de la chaîne et les outils.

Par ailleurs, une alimentation en eau est nécessaire pour la coupe et le refroidissement.

Lorsque le bras est arrivé à sa position de travail, soit 1,60 m ou 2,60 m, l'ensemble de la machine se déplace sur les rails et le trait de sciage progresse à la vitesse de 1,65 m/heure en profondeur 2,60 m et de 2,20 m/heure en profondeur 1,60 m.

La vitesse de coupe est de l'ordre de 4,30 m²/heure.

De snede die met de ketting wordt bekomen is ongeveer 35 mm breed en wordt gemaakt door 4 beitels in wolframcarbide die respectievelijk 8, 17, 26 en 33 mm breed zijn.

Wanneer de aandrijfkop in werking wordt gebracht gaat de arm geleidelijk overhellen en grijpt in het massief, waarbij de ketting voortdurend gesmeerd wordt door middel van een oliepomp die doorlopend olie in het kogellager op het einde van de arm injecteert ; het overschot smeert de glijbaan van de ketting en de beitels.

Verder is toevoer van water nodig voor het snijden en de afkoeling.

Wanneer de arm zijn werkstand heeft bereikt, d.w.z. 1,60 m of 2,60 m, verplaatst de ganse machine zich over de sporen en de zaagsnede vordert met een snelheid van 1,65 m/uur op een diepte van 2,60 m en 2,20 m/uur op een diepte van 1,60 m.

De snijsnelheid ligt om en bij de 4,30 m²/uur.

3. *Etude comparative du prix de revient en rapport avec les autres moyens*

Les autres moyens à notre disposition pour l'exécution des « dessertes » sont, d'une part, les perforatrices effectuant des puits de 90 cm de diamètre à chaque extrémité des dessertes et, d'autre part, le fil hélicoïdal à 3 brins servant à pratiquer deux traits de sciage verticaux et un trait horizontal à la base.

Ce procédé nécessite une main d'œuvre expérimentée car un mauvais sciage empêche l'enlèvement des « dessertes » qui doivent être minées, d'où perte de temps supplémentaire et perte de matières.

D'une façon générale on peut admettre que, lorsque le gisement est adapté au système haveuse, l'exploitation d'un buffet peut être entamée après trois semaines de travail, tandis qu'avec l'ancien système, plus de trois mois de préparation sont nécessaires.

Quant au coût d'exécution des dessertes avec haveuses, nous l'évaluons à 65 % du coût de l'ancien procédé.

L'utilisation de la perforatrice et du fil hélicoïdal nécessite un retrait à chaque étage de ± 20 cm de sorte que les carrières exploitées de la sorte se présentent en entonnoir. Au contraire, l'utilisation de la haveuse permet des parois rigoureusement verticales.

Aux Carrières de Rochefontaine à Franchimont, cette différence est visible et vous pouvez y voir des parois verticales sur une hauteur de près de 50 mètres sciées par ces haveuses.

3. *Vergelijkende kostprijsstudie t.o.v. de andere middelen*

De andere middelen waarover wij beschikken voor het uitsnijden van grachten voor de horizontale snede, zijn enerzijds de boormachines die putten van 90 cm diameter vormen aan beide uiteinden van de grachten voor de horizontale snede en anderzijds de schroefvormige draad bestaande uit 3 strengen, voor het aanbrengen van twee verticale sneden en een horizontale snede onderaan.

Voor dit procédé zijn ervaren arbeidskrachten nodig, want bij slecht zaagwerk kunnen de blokken niet opgehaald worden en dienen ondermijnd, wat verlies van tijd en van grondstof veroorzaakt.

Algemeen mag gesteld worden dat, wanneer de afzetting aangepast is aan het snijmachinesysteem, de ontginning van een blok reeds na drie werkweken kan worden aangevat, terwijl het oude systeem meer dan drie maanden voorbereiding vergt.

Wat de kostprijs van het uitsnijden van grachten voor de horizontale snede met behulp van ondersnijmachines betreft, wij ramen die op 65 % van de kostprijs van het oude procédé.

Bij aanwending van de boormachines en de schroefvormige draad moet op elke verdieping ± 20 cm achteruitgeweken worden, zodat de aldus ontgonnen groeven het uitzicht van een trechter hebben. De ondersnijmachine daarentegen maakt het mogelijk nauwkeurig verticale wanden te vormen.

In de Rochefontaine-groeven te Franchimont is dit verschil goed zichtbaar en men kan daar verticale wanden van bijna 50 m hoogte zien, die door deze ondersnijmachines werden gezaagd.

Contrairement au sciage au fil hélicoïdal, les haveuses travaillent sans inconvénient en période de gel.

Le fait que la haveuse « Perrier » est très compacte permet d'enlever des buffets qui ne sont pas accessibles à d'autres moyens.

4. *Coût des pièces d'usure*

Pignon de bout de bras : 5.300 F.
Jeux de dents du pignon d'attaque : 1.350 F.
Sangles d'usure :
900 F pour bras de 1,60 m
1.000 F pour bras de 2,60 m.
Outils en carbure de tungstène : 20, 25,50 et 39,50 F/pièce.

Les pignons de bout de bras et les dents du pignon d'attaque sont à remplacer 3 à 4 fois par année, mais la fréquence de ces remplacements dépend du bon entretien de la chaîne.

Les sangles d'usure se remplacent après 150 m^2.

La consommation d'huile peut être estimée à 24 F par m^2.

5. *Considérations générales*

Les haveuses « Perrier » constituent à notre avis un matériel de qualité, compte tenu spécialement du fait de leur encombrement réduit.

Il est regrettable que ces machines ne soient pas équipées d'un variateur hydraulique en lieu et place de la boîte de vitesses.

L'utilisation de carbure de tungstène devrait être remplacée par le diamant et cette application nous semble accessible.

In tegenstelling tot de schroefvormige draad, werken de ondersnijmachines ongehinderd in vorstperiodes.

Daar de ondersnijmachine « Perrier » zeer compact is, kunnen blokken worden opgehaald die voor de andere middelen onbereikbaar zijn.

4. *Kostprijs van de vervangstukken*

Tandwiel einde arm : 5.300 F.
Tanden van het aandrijftandwiel : 1.350 F.
Slijtagebanden :
900 F voor arm van 1,60 m
1.000 F voor arm van 2,60 m.
Beitels in wolframcarbide : 20, 25,50 en 39,50 F per stuk.

De tandwielen aan het einde van de arm en de tanden van het aandrijftandwiel dienen 3 tot 4 maal per jaar vervangen, maar de frequentie van deze vervangingen hangt af van het goede onderhoud van de ketting.

De slijtagebanden worden na 150 m^2 vervangen.

Het olieverbruik kan op 24 F per m^2 worden geraamd.

5. *Algemene beschouwingen*

De ondersnijmachines zijn naar onze mening uitstekend materieel, vooral als men rekening houdt met hun geringe omvang.

Het is wel jammer dat deze machines niet zijn toegerust met een hydraulische variator in plaats van met een tandradkast.

Het wolframcarbide zou moeten vervangen worden door diamant, hetgeen o.i. uitvoerbaar is.

Découpage de la roche en place au moyen de la haveuse à chaîne Bisso aux Industries Ardoisières Belges « Inarbel »

Versnijding van het gesteente in situ met behulp van de Bisso kettingsnijmachine op de Belgische leisteenbedrijven « Inarbel »

Walthère LODEZ *

RESUME

L'article décrit le découpage économique de la roche en place dans les chambres souterraines des ardoisières à l'aide d'une haveuse légère à chaîne avec dents au carbure de tungstène, permettant des saignées verticales et horizontales de 1,20 m de profondeur et de 35 mm d'ouverture.

SAMENVATTING

Het artikel beschrijft de zuinige versnijding van het gesteente in situ in de ondergrondse kamers van de leigroeven met behulp van een lichte kettingsnijmachine met tanden van wolframcarbid waarmee men vertikale en horizontale gleuven van 1,20 m diepte en 35 mm opening kan maken.

ZUSAMMENFASSUNG

In dem Artikel wird das wirtschaftliche Schneiden des Gesteins in den unterirdischen Kammern der Schiefergruben mit Hilfe einer leichten Kettenschrämmaschine mit Zähnen aus Wolframkarbid beschrieben, die waagerechte und senkrechte Einstiche in 1,20 Meter Tiefe bzw. mit einer Oeffnung von 35 mm gestattet

SUMMARY

This article describes an economic method of cutting rock from the solid in underground slate workings; the machine used is a lightweight cutter fitted with a chain bearing tungsten carbide teeth. Vertical or horizontal cuts can be obtained, with a depth of 1.20 metres and a cut width of 35 mm.

1. *Siège de Martelange*

Depuis très longtemps déjà, le mode d'exploitation adopté à Martelange était basé sur le principe du découpage de la roche en place.

1. *Zetel Martelange*

Reeds heel lang was de ontginningsmethode die in Martelange gebruikt werd, gebaseerd op het principe van de versnijding van het gesteente in situ

* Anciennement Chef des Travaux à la S.A. « Les Industries Ardoisières Belge » à Warmifontaine - B-6620 Neufchâteau

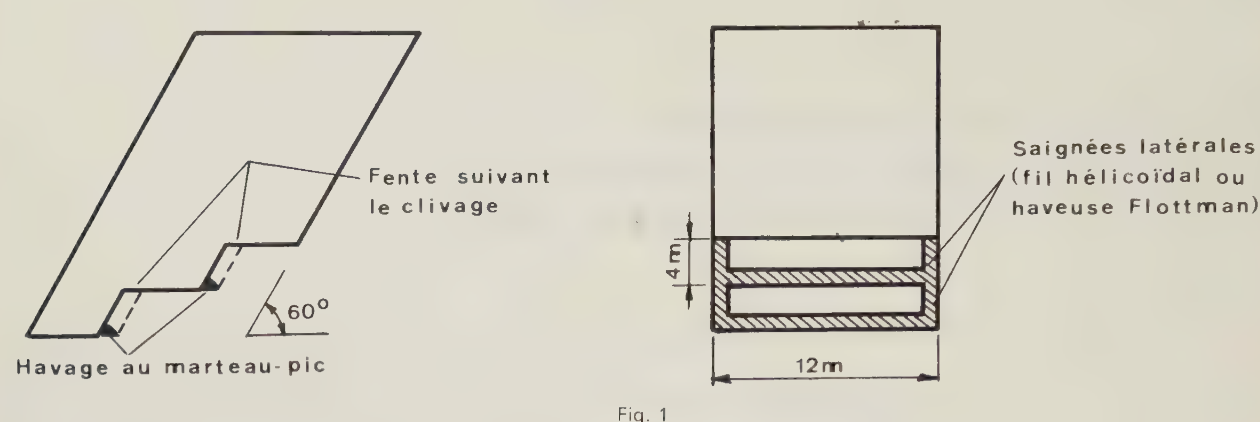


Fig. 1

Fente suivant le clivage : spleet volgens de klaving
Havage au marteau-pic : insnijding met de afbouwhamer
Saignées latérales ... : laterale gleuven (spiraaldraad of Flottman-snijmachine)

Jusqu'en 1974, (fig. 1), les saignées latérales (4 m de hauteur, 1 m de profondeur) étaient faites au moyen de haveuses Flottman, consistant en un puissant marteau pneumatique de 80 kg fixé sur affût ancré dans la roche. Ce marteau pouvait avancer sur son affût et basculer dans un plan vertical. L'outil de havage était un jeu de fleurets de différentes longueurs, munis de taillants en étoile, à six burins (diamètres variant de 65 à 45 mm). Ces taillants creusaient une saignée dans la roche, par passes successives, dans le plan vertical et de haut en bas, aux deux extrémités de la tranche de roche à détacher.

Cette tranche était coupée, au pied, par une entaille en forme de V, exécutée au marteau pic (fig. 1).

Ainsi libérée du pied et des côtés, la tranche de roche (largeur : 12 m, hauteur : 4 m, épaisseur : 1 m) était détachée par moitiés de 0,5 m d'épaisseur par fente au moyen de coins enfoncés, du dessus, dans le plan de clivage de la roche.

Le pied de la tranche était tiré par treuil jusqu'à ce que, en glissant, la tranche soit posée, à plat, dans le fond de la chambre d'extraction et prête au débitage qui se faisait au moyen d'outils manuels.

Ces procédés étaient lents, très bruyants et provoquaient un important dégagement de poussières, mais surtout, ils exigeaient une main-d'œuvre très spécialisée, capable d'un travail très lourd.

Les outils de havage étaient coûteux et nécessitaient un entretien continu. Un forgeron hautement qualifié entretenait, avec peine, le matériel de deux haveurs.

Tot in 1974 (fig. 1), werden de laterale gleuven (4 m hoog en 1 m diep) gemaakt met Flottman-snijmachines die bestaan uit een krachtige persluchthamer van 80 kg die op een draagstel vastgemaakt is, dat in het gesteente verankerd zit. Die hamer kon op het draagstel voortbewegen en vertikaal omkippen. Het snijdingswerktuig was een stel boorijzers van verschillende lengte, die met stervormige boorkoppen met 6 beitels (diameter varieert van 65 tot 45 mm) uitgerust waren. Die boorkoppen dreven een snijding in het gesteente door achtereenvolgende snedes, in het vertikaal vlak en van boven naar onder, aan de twee uiteinden van de los te maken gesteentefracties.

Die snede werd aan de voet afgesneden door een V-vormige insnijding die met en afbouwhamer werd aangebracht (fig. 1).

Als de gesteentefractie (breedte : 12 m, hoogte : 4 m, dikte : 1 m) zo langs de voet en langs de zijden afgescheiden was, werd hij per stukken van 0,5 m dikte per spleet losgemaakt d.m.v. langs boven ingeslagen spieën volgens het splijtingsvlak van het gesteente.

De voet van de fractie werd door een lier getrokken totdat al glijdend de fractie plat op de bodem van de extractiekamer kon geplaatst worden en klaar was voor de verdeling die met handwerktuigen gebeurde.

Die werkwijze verliep traag, heel luidruchtig en veroorzaakte een enorme stofuitlating, maar ze vergde vooral heel gespecialiseerde arbeidskrachten om dat zwaar werk te verrichten.

De snijdingswerktuigen waren duur en vergden een voortdurend onderhoud. Eén heel bekwame smid onderhield met moeite het materiaal van twee snijmachinisten.

La force motrice élevée nécessaire était de mauvais rendement (pneumatique).

Actuellement, les coupes du pied et des côtés sont faites au moyen de haveuses à chaîne avec dents de Widia.

Le dernier type employé a un bras de 1,20 m de longueur (profondeur utile 1 m), fait une saignée de 35 mm de largeur, est actionné par un moteur de 5 1/2 cv et pèse environ 750 kg.

Il se compose d'un châssis, de 3,8 m de longueur, portant deux rails sur lesquels coulisse un mobile composé notamment du moteur et du bras de havage. Ce mobile peut se déplacer à 5 vitesses : de 1,20 m à 6 m/h. Pour les coupes verticales, la machine est posée et fixée à même la roche (clivage incliné à 60 ° sur l'horizontale). La vitesse de coupe est réglée de façon que l'ampérage absorbé par le moteur ne dépasse pas une limite raisonnable. Ces vitesses de coupe peuvent varier suivant la dureté de la roche, l'état d'usure de la chaîne ou de son affûtage, le genre de manœuvre qu'on a à effectuer, etc...

Pour les coupes horizontales, la machine est fixée à la roche par l'intermédiaire de deux consoles conçues de telle sorte que le bras de havage soit dans un plan qui se rapproche du plan horizontal (fig. 2).

De zeer hoge drijfkracht die noodzakelijk was, had een zeer laag (pneumatisch) rendement.

Nu gebeurt het snijden van de voet en de zijkanten met kettingsnijmachines met Widia-tanden.

Het laatste type dat gebruikt wordt, heeft een arm van 1,20 meter lengte (nuttige diepte 1 m), maakt een gleuf van 35 mm breedte, wordt aangedreven door een motor van 5 1/2 pk en weegt ongeveer 750 kg.

Het bestaat uit een raam van 3,8 m lengte die twee rails heeft waarover een mobiel op en neer schuift. Dat mobiel kan zich in 5 versnellingen verplaatsen, van 1,20 m tot 6 m/h. Voor de vertikale sneden wordt de machine opgesteld en aan het gesteente zelf bevestigd (hellend splijtvlak van 60 % op de horizontale). De snijsnelheid is zodanig geregeld dat de stroomsterkte die opgeslorpt wordt door de motor niet boven een redelijke grens gaat. Die snijsnelheden kunnen variëren volgens de hardheid van het gesteente, de slijtagetoestand van de ketting of van zijn aanscherping, de beweging die men moet uitvoeren, etc...

Voor de horizontale sneden wordt de machine aan het gesteente bevestigd door middel van twee draagbalken die op zo'n manier aangebracht worden dat de snijdingsarm in een vlak ligt dat zowat horizontaal is (fig. 2).

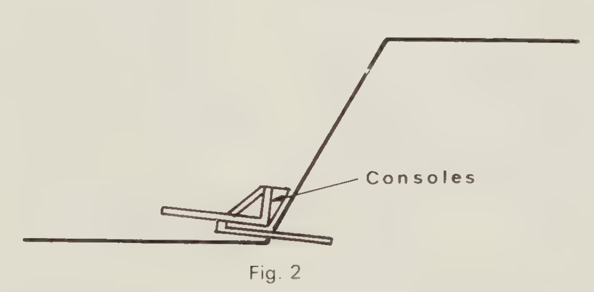


Fig. 2

Consoles : draagbalken

Compte tenu du coût relativement bas de ces coupes, dans les parties de roche homogènes, on fait des saignées verticales, distantes de 1,20 m. On obtient ainsi des blocs de forme prismatique de longueur : 4 m, largeur : 1,20 m, épaisseur 0,50 m, qui peuvent être chargés directement sur plateau pour monter à la surface. On évite ainsi les pertes de matière première dues au débitage des blocs plus gros.

Lorsque la roche n'est pas homogène (présence de découpe naturelle), il est évident que des coupes verticales deviennent superflues et même nuisibles.

L'abattage des blocs se pratique par fente dans le plan de clivage, au moyen de Dardas (éclateurs hydrauliques). De même, le débitage des gros blocs, une fois abattus, s'effectue au Darda (fig. 3).

Rekening houdend met de betrekkelijk lage kosten van deze snijdingen in de homogene rotsdelen, maakt men telkens op een afstand van 1,20 m, vertikale gleuven. Zo bekomt men prismatische blokken met een lengte van 4 m, breedte van 1,20 m en dikte van 0,50 m die rechtstreeks op de plaat kunnen geladen worden om naar de oppervlakte te worden gebracht. Zo vermeed men het grondstofverlies dat te wijten is aan een breking van de grotere blokken.

Als het gesteente niet homogeen is (aanwezigheid van natuurlijke verdeling) is het duidelijk dat de vertikale snijdingen overbodig worden en zelfs hinderlijk.

De kapping van de blokken gebeurt per spleet volgens het splijtvlak, met Dardas (hydraulische kolenbrekers). Ook de kapping van grote blokken die reeds gebroken zijn, gebeurt met de Dardas (fig. 3).

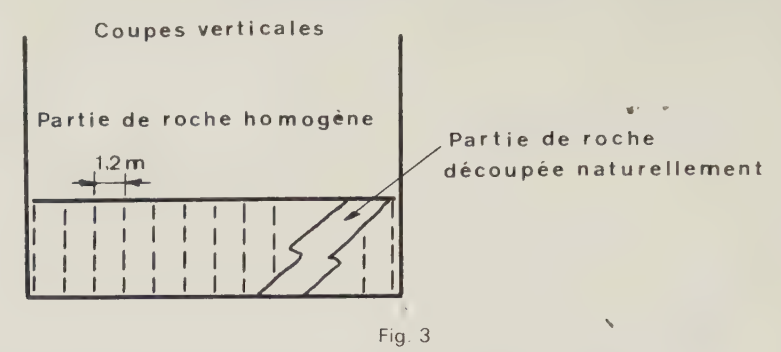


Fig. 3

Coupes vericales : vertikale sneden
Partie de roche homogène : homogene gesteentefractie
Partie de roche découpée naturellement : gesteentefractie die natuurlijk werd verdeeld

Une chaîne est, en moyenne, capable de couper 400 m². Elle coûte actuellement, avec son bras, 25.000 F. Elle nécessite environ une douzaine d'affûtages sa vie durant.

Gemiddeld kan één ketting 400 m² snijden. Hij kost nu, met een arm, 25.000 F. Gedurende zijn looptijd heeft hij ongeveer twaalf slijpingen nodig.

Comparaison des deux procédés

	Ancien	*Nouveau*
Surface coupée (nette) en m²/heure/homme	0,15 m²	0,80 m²
Pertes au débitage des blocs de roche homogène	importante	nulle
Qualification nécessaire du personnel	élevée	très moyenne
Genre de travail	lourd	léger
Bruit	assourdissant	très faible
Dégagement de poussières	important	pratiquement nul
Rendement de la force motrice	mauvais	bon
Entretien des outils	difficile	aisé

Vergelijking van de twee werkwijzen

	Oud	*Nieuw*
Gesneden oppervlakte (Netto) in m²/uur/man	0,15 m²	0,80 m²
Verlies bij het kappen van homogene steenblokken	aanzienlijk	geen
Vereiste bekwaamheid van het personeel	hoog	heel middelmatig
Soort werk	zwaar	licht
Geluid	verdovend	zeer gering
Stofuitlating	belangrijk	praktisch onbestaande
Rendement van de aandrijvingskracht	slecht	goed
Onderhoud van de werktuigen	moeilijk	gemakkelijk

La machine Bisso est très efficace en comparaison de sa puissance très réduite, de son faible poids et de son prix peu élevé. Elle est aisément manœuvrable et se déplace avec les engins ordinaires de manutention : palans, « tire-fort », etc... Le déplacement du châssis d'une longueur coupée à la suivante se fait en maintenant le bras engagé dans la saignée. La pénétration du bras se fait une seule fois dans le premier trait d'une série.

De Bisso machine is heel efficiënt in vergelijking tot zijn zeer beperkt vermogen, zijn gering gewicht, en zijn eerder lage prijs. Men kan er gemakkelijk mee werken en ze is gemakkelijk verplaatsbaar met de gewone werktuigen : takels, tire-forts, etc... De verplaatsing van het raam van een snijlengte tot de volgende gebeurt door de arm die in de gleuf steekt, vast te houden. De indringing van de arm gebeurt één enkele keer bij de eerste trek van een reeks.

2. *Siège de Warmifontaine*

Essai d'adoption du système d'extraction de Martelange

A Warmifontaine, à l'inverse de Martelange, on a toujours attaqué la couche en partant du mur et en progressant vers le toit (cela en raison des caractéristiques du gisement : roche naturellement très dé-

2. *Zetel Warmifontaine*

Poging tot toepassing van het ontginningssysteem van Martelange

In Warmifontaine heeft men in tegenstelling tot Martelange de laag steeds aangebroken vanaf de muur en zo is men opgeklommen tot het dak (omwille

coupée). Malgré des essais infructueux du coupage de la roche en place (haveuse Eickhoff, fil hélicoïdal, haveuse avec bras Perrier de 25 mm, disque diamanté, fusion de la roche), on abat encore la roche à l'explosif (poudre noire) en profitant de la découpe naturelle.

A la lumière des résultats obtenus à Martelange avec les haveuses, un essai d'application de l'extraction, par ce procédé, a été décidé en 1975, au 9e étage.

Il fallait évidemment préparer une chambre d'extraction en enlevant une « couronne » ayant 4 m de hauteur, 18 m de largeur et environ 30 m de longueur.

Pour l'enlèvement de cette couronne, on décida d'utiliser une haveuse à chaîne. On obtiendrait ainsi des enseignements pour le havage et on pourrait retirer la pierre ainsi produite sans explosifs.

On a d'abord préparé une ouverture initiale à l'explosif (fig. 4, ouverture initiale) au toit de la couche (hauteur : 4 m, largeur : 13 m, longueur : 3 m). Ensuite, au moyen de la haveuse, on a fait, sur toute la largeur de la chambre, une saignée horizontale au pied, une autre 1,50 m plus haut et une troisième à 3 m de hauteur. Pour pouvoir mettre la haveuse en place pour la saignée du dessus, on ne peut faire cette saignée qu'un mètre en dessous du plafond. On laisse donc un nœud qui sera abattu à l'explosif, mais la pierre située entre les 3 saignées est détachée par clivage dans le plan des fonds de saignées et constitue, lorsqu'elle est de bonne qualité, une matière première de choix parce qu'elle est intacte et que sa structure n'a pas été ébranlée par l'emploi d'explosifs.

La surface nette coupée (tous temps morts compris) est de 0,72 m²/heure/homme.

Lorsque l'avancement de cette couronne aura atteint le mur de la couche, on pourra adopter le mode d'extraction de Martelange mais en l'adaptant aux caractéristiques du gisement.

van de eigenschappen van de afzetting : rots die natuurlijk versneden werd). Niettegenstaande vruchteloze pogingen om het gesteente in situ te versnijden (Eickhoff-snijmachine, spiraaldraad, snijmachine met Perrierarmen van 25 mm, gediamanteerde schijf, fusie van het gesteente) wint men nog altijd gesteente met behulp van springstof (buskruit) omdat er een natuurlijke versnijding aanwezig is.

Als gevolg van de resultaten die in Martelange bekomen werden met de snijmachines werd in 1975 besloten om te pogen dit ontginningsprocédé toe te passen op de negende verdieping.

Men moest uiteraard een extractiekamer voorzien door een « kroon » van 4 m hoog, 18 m breed en ongeveer 30 m lang op te breken.

Om die kroon op te breken besloot men een kettingsnijmachine te gebruiken. Zo bekomt men inlichtingen over de versnijding en kan men de steen die zo ontstaat zonder springstof onttrekken.

Men heeft eerst een aanvankelijke opening met springstof 1 voorzien (fig. 4 aanvankelijke opening) in het dak van de laag (hoogte : 4 m, breedte : 13 m, lengte : 3 m). Vervolgens heeft men met behulp van de snijmachine over de ganse breedte van de kamer bij de voet een horizontale gleuf gemaakt; 1,50 m hoger nog een gleuf; en een derde op 3 m hoogte. Om de snijmachine op de juiste plaats te kunnen zetten voor de bovengleuf, mag men die gleuf slechts op één meter onder het plafond maken. Men laat dus een knoop die met springstof zal worden gewonnen; maar de steen die tussen de drie gleuven ligt, wordt door splijting losgemaakt in het vlak van de gleufbodems en vormt als hij een goede kwaliteit heeft, een prima grondstof omdat hij intact is en omdat zijn structuur niet werd geschokt door het gebruik van springstof.

De netto gesneden oppervlakte (alle dode tijd inbegrepen) bedraagt 0,72 m²/uur/man.

Als de uitbreiding van de kroon de muur van de laag zal bereikt hebben, zal men de ontginningsmethode van Martelange kunnen toepassen maar daarbij moet men ze aanpassen aan de eigenschappen van de afzetting.

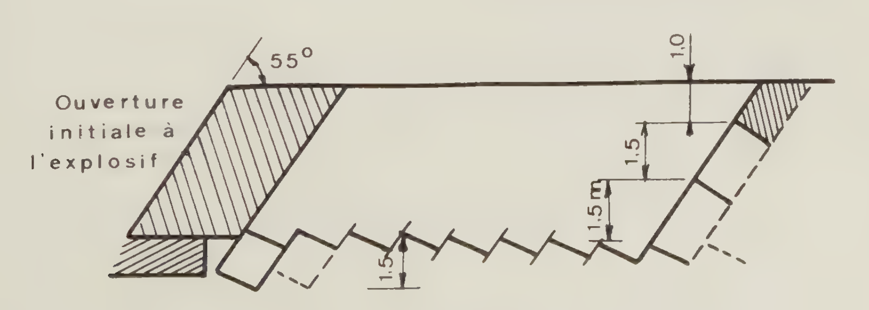


Fig. 4

Ouverture initiale à l'explosif : aanvankelijk opening bij springstof

On fera la 2e ouverture initiale en profondeur (fig. 4) sur toute la largeur de la chambre, profondeur 1,50 m. Il suffira alors de faire une saignée horizontale au fond de cette nouvelle ouverture et une fente amorcée par le dessus du bloc, dans le plan de clivage correspondant au fond de la saignée pour obtenir des blocs de pierre sains.

Les coupes verticales ne seront pas nécessaires car la découpe naturelle de la roche, à Warmifontaine, y suppléera grandement.

Dès à présent, on constate que le procédé employé pour l'enlèvement d'une couronne fournit par heure et par homme plus de pierre travaillable (fabrication d'ardoises de toiture) que l'exploitation d'une chambre normale par l'ancien procédé.

D'autre part, la consommation d'explosifs est fortement réduite : 2 kg de poudre noire et 8 kg de dynamite III par mois alors que, dans le même temps, en chambre normale, on consomme en moyenne 80 kg de PN et 10 kg de dynamite.

Dès à présent, nous savons que les remblais en murs de maçonnerie sèche que nécessitait l'ancienne exploitation seront épargnés.

L'intérêt réel du procédé ne sera chiffrable avec quelque exactitude que lorsque l'enlèvement de la couronne sera terminé et qu'on pourra retirer tous les avantages de son application.

Men zal de tweede opening in de diepte maken (fig. 4) over de breedte van de kamer op een diepte van 1,50 m. Om zuivere steenblokken te bekomen volstaat het een horizontale gleuf op de bodem van die nieuwe opening te maken en eveneens een spleet die van bovenaan de blok aangebracht wordt, in het splijtvlak dat overeenkomt met de gleufbodem.

De vertikale sneden zullen niet nodig zijn want de natuurlijke versnijding van het gesteente, te Warmifontaine, zal die ruimschoots vervangen.

Van nu af aan stelt men vast dat het gebruikte procédé voor de onttrekking van een kroon per uur en per man meer bewerkbaar steen (vervaardiging van dakleien) oplevert dan de ontginning van een normale kamer met het oude procédé.

Anderzijds is het springstofverbruik bijzonder beperkt : 2 kg buskruit en 8 kg dynamiet III per maand, terwijl in een normale kamer over dezelfde periode gemiddeld 80 kg buskruit en 10 kg dynamiet verbruikt wordt.

Van nu af aan zullen de vulstenen in de muren van droog metselwerk die nodig waren bij de oude ontginningsmethode, kunnen gespaard worden.

Het echte belang van dit procédé zal slechts met zekere nauwkeurigheid kunnen berekend worden als de onttrekking van de kroon voltooid zal zijn en als men zijn voordelen maximaal zal kunnen benutten.

La chaîne diamantée dans l'extraction en carrière

De diamantketting bij de ontginning in groeven

Bernard LONFILS *

RESUME

L'utilisation de l'outil diamanté dans la carrière a été jusqu'à présent relativement réduite, alors que dans les autres domaines d'application elle n'a cessé d'augmenter.

Diamant Boart a cherché à réaliser une machine utilisant le diamant et qui permettrait le découpage des blocs sur une profondeur maximale de 3 mètres. Cet article a pour objet :

- *le principe de travail de la haveuse*
- *les modifications nécessaires pour le sciage à l'aide de plaquettes diamantées par rapport aux haveuses conventionnelles*
- *la description technique de la machine*
- *les résultats des essais et de la mise en production de la première machine.*

ZUSAMMENFASSUNG

Der Einsatz des Diamantwerkzeuges im Steinbruch wurde bis jetzt verhältnismäßig beschränkt, während er auf den anderen Anwendungsgebieten immerzu gewachsen ist.

Diamant Boart hat sich bemüht, eine Maschine herzustellen, in welcher der Diamant verwendet wird und die das Schneiden von Blöcken in einer maximalen Tiefe von drei Metern gestatten würde. Gegenstand dieses Artikels sind :

- *das Betriebsprinzip der Schrämmaschine,*
- *die erforderlichen Änderungen aufgrund des Zersägens mit Hilfe von Diamantplättchen im Vergleich mit den herkömmlichen Schrämmaschinen;*
- *die technische Maschinenbeschreibung;*
- *die Ergebnisse der Versuche und der Herstellung der ersten Schrämmaschine.*

SAMENVATTING

De diamantwerktuigen werden tot nogtoe slechts op vrij beperkte schaal aangewend in de steengroeven, terwijl ze op de andere toepassingsgebieden steeds meer veld winnen.

Diamant Boart heeft zich toegelegd op de ontwikkeling van een machine met diamantwerktuigen, die blokken zou kunnen doorsnijden tot op een diepte van 3 meter.

Dit artikel behandelt :

- *het werkingsprincipe van de ondersnijmachine*
- *de nodige wijzigingen aan de conventionele ondersnijmachines voor het zagen met behulp van diamantplaatjes*
- *de technische beschrijving van de machine*
- *de resultaten van de proefnemingen en van het in produktie brengen van de eerste machine.*

SUMMARY

To date, diamond-set tools in quarrying have been relatively restricted, whereas in the other fields of use, they have progressed unceasingly.

Diamant Boart set out to design a machine using diamond tools, which can cut blocks of a maximum height of 3 metres. This article describes :

- *the principle on which the cutter operates*
- *the modifications entailed in cutting with diamond tool inserts, as against the conventional cutter types*
- *the technical description of the machine*
- *the results of the trials, and the production of the first machine.*

---

* Ingénieur, Diamant Boart SA, avenue du Pont de Luttre, 74 — B-1190 Bruxelles.

1. *Introduction*

L'utilisation de l'outil diamanté dans la carrière a été jusqu'à présent relativement réduite, alors que dans les autres domaines d'application elle n'a cessé d'augmenter. Les seules machines existantes sont celles équipées d'un disque Φ 2500 ou 3000 mm, mais dont la capacité est limitée à la hauteur de coupe et l'utilisation à la configuration de la carrière. Tout ceci a comme résultat une diffusion assez restreinte de ces machines.

Dès que des hauteurs de coupe plus importantes sont à réaliser, les méthodes classiques d'extraction sont toujours en service. Pour mémoire, signalons qu'il s'agit du fil, du forage par percussion et éventuellement de l'utilisation du chalumeau et des haveuses à plaquettes de carbure.

Diamant Boart a donc cherché à réaliser une machine utilisant le diamant et qui permettrait d'extraire des blocs sur une profondeur maximale de 3 mètres. Cette machine, Diamant Boart l'a développée en collaboration avec la firme Korfmann qui avait une expérience de base des haveuses équipées d'outils à plaquettes en carbure de tungstène.

1. *Inleiding*

De diamantwerktuigen werden tot nogtoe slechts op vrij beperkte schaal aangewend in de steengroeven, terwijl ze op de andere toepassingsgebieden steeds meer veld winnen. De enige bestaande machines zijn voorzien van een schijf Φ 2500 of 3000 mm, maar hun capaciteit wordt beperkt door de snijhoogte en hun gebruik door de vormgeving van de groeve. Een en ander heeft voor gevolg dat deze machines slechts een vrij beperkte verspreiding kennen.

Wanneer grotere snijhoogten dienen verwezenlijkt, wordt nog steeds gebruik gemaakt van de klassieke ontginningsmethoden. Pro memorie vermelden wij dat het hier gaat om de draad, de snelslagboring en eventueel de brander en de ondersnijmachine met carbidplaatjes.

Diamant Boart heeft zich daarom toegelegd op de ontwikkeling van een machine met diamantwerktuigen, die blokken zou kunnen doorsnijden tot op een diepte van 3 meter. Diamant Boart heeft deze machine ontwikkeld in samenwerking met de firma Korfmann die kon bogen op een basiservaring inzake ondersnijmachines voorzien van werktuigen met plaatjes in wolframcarbide.

2. *Principe de travail*

Le principe de la haveuse est de scier la pierre par coupes parallèles verticales à même le gisement (fig. 1), chaque bloc étant ensuite détaché par forage horizontal à la base du bloc scié.

2. *Werkingsprincipe*

Het principe van de ondersnijmachine bestaat in het doorsnijden van de steen met verticale evenwijdige sneden in de afzetting (fig. 1), waarna elke gezaagde blok onderaan wordt losgemaakt door middel van horizontale boringen.



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

La machine conçue pour ce travail est une unité dont l'élément principal est un bras pivotant de 3 m.

Une chaîne dont les maillons portent les segments diamantés (fig. 2) tourne à grande vitesse autour de ce bras.

De voor dit werk ontworpen machine vormt een geheel met als voornaamste onderdeel een draaiende arm van 3 m.

Een ketting waarvan de schakels voorzien zijn van diamanttanden (fig. 2), draait met een hoge snelheid rond deze arm.

3. *Modifications nécessaires pour le sciage à l'aide de plaquettes diamantées par rapport aux haveuses conventionnelles*

L'adaptation des outils diamantés sur les haveuses nécessitait des modifications profondes de la machine et notamment dans les directions suivantes :

1. Réductions de la largeur de sciage
2. Augmentation de la vitesse linéaire de la chaîne
3. Augmentation de la puissance de la machine.

Ces impératifs ont amené le fabricant à une révision complète de la machine conventionnelle, tant sur le plan mécanique que sur le plan cinématique.

Un prototype a été construit (fig. 3) qui a permis à Diamant Boart de fixer les paramètres de fonctionnement nécessaires pour une utilisation optimale. Ces essais de base ont duré deux ans.

Comme suite à ces expériences, les paramètres suivants ont été fixés pour les différents éléments de la machine :

a) *Largeur de sciage :* 29 mm.

3. *Nodige wijzigingen aan de conventionele ondersnijmachine voor het zagen met behulp van diamantplaatjes*

Het aanpassen van de diamantwerktuigen op de ondersnijmachines vergde grondige wijzigingen aan de machine, met name :

1. Vermindering van de zaagbreedte
2. Opdrijven van de lineaire snelheid van de ketting
3. Verhoging van het vermogen van de machine.

Om dit te bereiken moest de fabrikant de conventionele machine volledig herzien, zowel op mechanisch als op kinematisch vlak.

Er werd een prototype gebouwd (fig. 2), dat Diamant Boart in staat stelde de voor een optimaal gebruik vereiste parameters te bepalen. Deze basisexperimenten namen twee jaar in beslag.

Als gevolg van deze proefnemingen werden, voor de verschillende onderdelen van de machine, de volgende parameters bepaald :

a) *Zaagbreedte* : 29 mm.

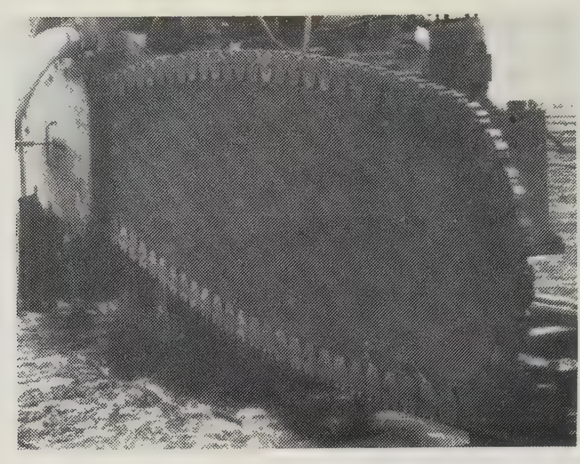


Fig. 4

b) *Puissance du moteur d'entraînement de la chaîne :*

Profondeur utile m	Puissance nominale kW
1,25 à 1,65	90
1,65 à 2,00	110
2,00 à 2,50	130
2,50 à 3,00	160

c) *Vitesse de défilement de la chaîne :* 20 m/s.

d) *Débit d'eau :* 70 litres/min minimum.

e) La géométrie du bras a été adaptée à la nouvelle vitesse de défilement. On a adopté un profil parabolique et une variation du rayon de courbure (fig. 4).

4. *Description technique de la machine*

La machine comprend principalement un chemin de roulement constitué par des rails à crémaillère ayant chacun 3 m de longueur, l'ensemble de débitage avec bras de havage, le châssis portant l'ensemble de débitage et se déplaçant sur les rails.

L'ensemble de débitage avec bras de havage à tensionnement hydraulique est disposé dans un châssis rigide et indéformable.

Le bras de havage peut basculer de sa position de repos horizontale à sa position de travail verticale à l'aide d'un cylindre hydraulique développant une poussée de 50 t.

La chaîne de sciage est entraînée à grande vitesse par un moteur électrique de 160 kW. L'accouplement entre le moteur et le pignon de la chaîne s'effectue à l'aide d'un embrayage à lamelles.

La géométrie du bras a été adaptée à la nouvelle vitesse de défilement. On a adapté un profil parabolique et une variation continue du rayon de courbure.

b) *Vermogen van de aandrijfmotor van de ketting :*

Nuttige diepte m	Nominaal vermogen kW
1,25 à 1,65	90
1,65 à 2,00	110
2,00 à 2,50	130
2,50 à 3,00	160

c) *Snelheid van de ketting t.o.v. de arm :* 20 m/s.

d) *Waterdebiet* : minimum 70 liter/min.

e) De geometrie van de arm werd aangepast aan de nieuwe snelheid van de ketting. Er werd een paraboolvormig profiel en een variatie van de kromtestraal aangebracht (fig. 4).

4. *Technische beschrijving van de machine*

De machine bestaat hoofdzakelijk uit een loopraam bestaande uit sporen met heugel die elk 3 m lang zijn, het zaagstel met snijarm, het freem dat het zaagstel draagt en zich verplaatst op de sporen.

Het zaagstel met de snijarm met hydraulische spanningsregeling is in een stijf, onvervormbaar freem gevat.

De snijarm kan van zijn horizontale rustpositie in zijn verticale werkpositie kantelen met behulp van een hydraulische cilinder met een duwkracht van 50 t. De zaagketting wordt tot een hoge snelheid aangedreven door een elektrische motor van 160 kW. De koppeling tussen de motor en het tandwiel van de ketting gebeurt door middel van een lamellenkoppeling.

De geometrie van de arm werd aangepast aan de nieuwe snelheid van de ketting. Er werd een paraboolvormig profiel en een doorlopende variatie van de kromtestraal aangebracht.

La machine complète peut se déplacer sur un cadre de guidage réglable en hauteur, équipé d'une crémaillère du côté du bras de havage. Le déplacement s'effectue au moyen du dispositif d'avancement hydraulique avec une avance minimale de 2,5 cm/min et maximale de 20 cm/min (en moyenne 4 à 8 cm/min en travail).

Le poids de la machine et les efforts résultant du havage sont supportés par des galets de pression et des appuis de guidage montés sur roulements à billes.

5. *Résultats des essais et de la mise en production de la première machine*

L'expérience de plusieurs années nous permet de tirer le bilan suivant quant aux performances et d'établir le prix de revient au m² scié (tableau I).

De machine kan zich in haar geheel verplaatsen op een geleiraam met verstelbare hoogte, dat aan de kant van de snijarm voorzien is van een heugel. De verplaatsing gebeurt door middel van de hydraulische vooruitgangsinrichting, met een snelheid van minimum 2,5 cm/min en maximum 20 cm/min (gemiddeld 4 tot 8 cm/min).

Het gewicht van de machine en de belasting veroorzaakt door het snijwerk worden gedragen door spanrollen en geleisteunen die op kogellagers zijn geplaatst.

6. *Resultaten van de proefnemingen en van het in produktie brengen van de eerste machine*

De ervaring van verscheidene jaren stelt ons in staat de volgende balans van de prestaties op te maken en de kostprijs per gezaagde m² te bepalen (tabel I).

Tableau I. — *Résultats*

Matériau	Dureté Shore	Profondeur de trait m	Vitesse d'avance cm/min	Débit instantané m²/h	Puissance utilisée cv
Petit granit belge (*)	60	2,80	4	7	215
Marbre cristallin suédois	64	1,50	4 — 6	3,5 — 5,4	90 — 100
Marbre de Carrare	52	1,65	8	8	90 — 100
Travertin	60	2,80	6,5	10,9	215

(*) Le petit granit belge, appelé également pierre bleue, est un calcaire compact à haute résistance.

Tabel I. — *Resultaten*

Materiaal	Hardheid Shore	Diepte v.d. zaagsnede m	Vooruitgangssnelheid cm/min	Ogenbl. debiet m²/u	Aangewend vermogen pk
Belgische hardsteen (*)	60	2,80	4	7	215
Zweeds kristallijn marmer	64	1,50	4 — 6	3,5 — 5,4	90 — 100
Carrarisch marmer	52	1,65	8	8	90 — 100
Travertijn	60	2,80	6,5	10,9	215

* Belgische hardsteen, ook blauwe steen genoemd, is een compacte kalksteen met sterke weerstand.

L'ensemble de ces travaux a donc démontré la possibilité de scier les pierres calcaires avec une haveuse diamantée à des vitesses comprises entre 3 et 8 m^2/h en fonction de la dureté de la pierre.

Ces performances d'avancement se doublent d'une manipulation extrêmement aisée. La machine étant montée sur rails, les manipulations sont très réduites et un seul homme peut en surveiller le fonctionnement, un deuxième homme n'étant nécessaire qu'au moment du placement des rails. Cette technique peut donc assurer 25 à 60 m^2 de surface sciée par journée de travail de 8 h, ce qui représente 10.000 m^2 par an si on travaille en 2 pauses de 8 h/jour.

Prix de revient au m^2

Le prix de revient du sciage a été calculé dans le cas particulier du petit granit belge (pierre calcaire).

Il se situe à environ 1.200 FB/m^2 pour une hauteur de coupe de 2,80 m. Ce prix de revient peut se décomposer comme suit en pourcentage :

— Amortissement machine	6 %
— Consommation électrique	3 %
— Pièces d'usure	83 %
— Main-d'œuvre	8 %

Het geheel van de proefnemingen heeft dus uitgewezen dat het mogelijk is kalksteen met behulp van een diamantsnijmachine te zagen met een snelheid van 3 tot 8 m^2/u, naargelang van de hardheid van de steen.

Behalve deze snelle vooruitgang biedt de diamantsnijmachine ook nog het voordeel dat ze gemakkelijk te bedienen is. Daar de machine op sporen geplaatst is, vergt ze heel weinig behandeling. Een enkele man kan toezicht houden op de werking, terwijl een tweede man slechts nodig is op het ogenblik dat de sporen geplaatst worden. Met deze techniek kan dus een oppervlak van 25 tot 60 m^2 worden gezaagd per werkdag van 8 u, wat neerkomt op 10.000 m^2 per jaar wanneer in twee pauzen van 8 u/dag wordt gewerkt.

Kostprijs per m^2

De kostprijs van het zaagwerk werd berekend voor de Belgische hardsteen (kalksteen).

Hij bedraagt zowat 1.200 BF/m^2 bij een snijhoogte van 2,80 m.

Deze kostprijs kan als volgt omgeslagen worden (in procent) :

— Afschrijving machine	6 %
— Elektriciteitsverbruik	3 %
— Vervangstukken	83 %
— Loonkosten	8 %.

Quelques nouveautés concernant l'utilisation des brise-roches dans les carrières

Enkele nieuwigheden bij het gebruik van steenbrekers in groeven

Henry van DUYSE *

RESUME

Depuis le dernier exposé (en décembre 1974) sur l'utilisation des brise-roches dans les carrières belges, aucun nouveau type d'engin n'y a été mis en service.

Cependant, une série de nouveaux brise-roches de forte puissance viennent d'être mis en service à l'étranger ou sont encore au stade des essais. Une description plus détaillée de ces nouveaux engins pourra être donnée dans un prochain article.

En ce qui concerne les engins porteurs pour les brise-roches, signalons que les carrières allemandes R.W.K. n'utilisent que des pelles neuves ; malgré ce choix favorable, les 3/4 des frais d'entretien de l'ensemble sont dus à cet engin porteur.

SAMENVATTING

Nieuwe machinetypes zijn er niet in bedrijf genomen sedert onze laatste uiteenzetting (in december 1974) over het gebruik van steenbrekers in de Belgische groeven.

Wel zijn in het buitenland een aantal nieuwe, krachtige steenbrekers in deze periode in gebruik genomen of zijn op dit ogenblik nog in het proefstadium. In een volgend artikel kunnen deze nieuwe machines uitvoeriger beschreven worden.

In verband met de draagwagens van de steenbrekers wijzen wij erop dat de Duitse groeven R.W.K. enkel nieuwe machines gebruiken ; ondanks dit gunstig element komen 3/4 van de totale onderhoudskosten op rekening van deze wagen.

ZUSAMMENFASSUNG

Seit dem letzten Aufsatz im Dezember 1974 über den Einsatz von Felsbrechern in den belgischen Steinbrüchen ist dort keine neuere Vorrichtung betrieben worden.

Allerdings ist eine Reihe Hochleistungs-Felsbrecher in letzter Zeit im Ausland entweder bereits eingesetzt oder immer noch erprobt worden. Eine ausführlichere Beschreibung dieser neuen Vorrichtungen kann demnächst in einem Artikel erscheinen.

SUMMARY

No new types have been put into service since the last article on the use of rock-breakers (December 1974) in Belgian quarries.

However, a number of new high-powered rock-breakers have just entered service abroad or are under trial. A detailed description of these new devices may be made in a future article.

* Chef de Section de Recherches
INIEX, rue du Chéra, 200 - B - 4000 Liège

* Hoofd van de Afdeling Opzoekingen
INIEX, rue du Chéra, 200 - B - 4000 Liège

Was nun die Trägermaschinen für die Felsbrecher anbetrifft, möchten wir darauf hinweisen, daß in den deutschen Steinbrüchen R.W.K. nur neue Schaufeln eingesetzt werden; trotz dieser günstigen Wahl entfallen drei viertel der gesamten Erhaltungskosten auf diese Trägermaschine.

It is interesting to note, in connection with the machines on which rock-breakers are mounted, that the RWK quarries in Germany use only new loading shovels for this purpose; despite this sound choice, three-quarters of the maintenance costs for the whole assembly come from the machine on which the rock-breaker is mounted.

Le tableau I donne les caractéristiques de quelques brise-roches. Peu de modifications ont été apportées au tableau publié à la suite de la précédente Journée des Carriers, dans le numéro de juin 1975 des Annales des Mines de Belgique. C'est ainsi que, parmi les brise-roches des deux premières séries, nous avons simplement ajouté un appareil Yutani YB 1000 représenté en Belgique et en France par Poclain. Ce brise-roches est moins puissant que le Montabert 501.

Par contre, plusieurs ajouts ont été faits dans la dernière série de brise-roches. A ce propos, il faut signaler que le présent texte sur les brise-roches arrive un an trop tôt car, ou bien beaucoup de brise-roches de cette troisième série sont des prototypes, ou bien leur commercialisation commence à peine.

Les premiers brise-roches Krupp HM 800 vont être mis en service à la fin de ce mois aux carrières allemandes Rheinisch-Westfälische Kalkwerke. Le Krupp HM 1000 va aussi être livré bientôt à une carrière RWK.

Le brise-roches Montabert BR 1000, dont la dernière version a donné toute satisfaction, va être commercialisé au début de 1978. A ce jour, plus de 4.000 brise-roches BR 501 ont été vendus, dont 85 % en dehors de la France. D'après les premiers essais, le rendement du BR 1000 devrait être 4 fois celui du BR 501 pour un prix d'achat double. Le BR 1000 doit être monté sur une pelle de 25 t.

Le Joy 411 est au stade de prototype et pourrait être livré aussi au début de 1978.

En ce qui concerne le Joy 514, dont les premiers essais avaient été signalés il y a 3 ans, il y a actuellement 10 brise-roches en service avec succès dans les carrières et travaux de génie civil aux Etats-Unis et au Canada. Un Joy 514 va être livré prochainement à une carrière espagnole et sera ainsi le premier livré en Europe (il sera monté sur une Drott 40 Byr-Carrier). Rappelons que c'est la suppression de tout choc acier contre acier qui a permis l'obtention des très hautes énergies de frappe et qui a rendu cet engin beaucoup moins bruyant que d'autres brise-roches.

In tabel 1 worden de kenmerken van een aantal steenbrekers gegeven. Hij is slechts in geringe mate gewijzigd sinds hij in het juninummer van jaargang 1975 van de Annalen der Mijnen van België werd gepubliceerd naar aanleiding van de vorige Dag van de Groeve-uitbaters. Zo hebben wij slechts één machine toegevoegd aan de eerste twee reeksen steenbreekmachines nl. de Yutani YB 1000 die in België en Frankrijk door Poclain wordt geleverd. Deze Yutani is niet zo krachtig als de Montabert 501.

De laatste serie steenbrekers daarentegen is met diverse machines uitgebreid. In dit verband dient aangestipt dat dit artikel over steenbrekers een jaar te vroeg verschijnt omdat vele steenbrekers van deze derde serie ofwel prototypes zijn ofwel nog maar pas in de handel gebracht zijn.

Eind van deze maand zullen de eerste steenbrekers Krupp HN 800 in bedrijf genomen worden in de Duitse groeven Rheinische-Westfälische Kalkwerke (RWK). De Krupp HM 1000 zal binnenkort ook aan een RWK-groeve worden geleverd.

Begin 1978 komt de steenbreker Montabert BR 1000 in de handel : de laatste versie heeft immers algehele voldoening geschonken. Tot op heden werden meer dan 4.000 steenbrekers BR 501 verkocht ; 85 % daarvan werd buiten Frankrijk geleverd. Volgens de eerste proeven zou het rendement van de BR 1000 viermaal dat van de BR 501 moeten bedragen terwijl hij het dubbele zou kosten. De BR 1000 moet op een bagger van 25 t worden gemonteerd.

De Joy 411 is nog in het stadium van prototype en zou ook begin 1978 kunnen worden geleverd.

3 jaar geleden hebben wij melding gemaakt van de eerste proeven met de Joy 514 : thans zijn er 10 steenbrekers in bedrijf, en met sukses, in groeven en op bouwwerven in de USA en Canada. Eerlang zal een Joy 514 worden geleverd aan een Spaanse groeve, de eerste in Europa (wordt gemonteerd op een Drott 40 Byr-Carrier). Wij herinneren eraan dat een zeer hoge slagkracht kan ontwikkeld worden omdat het slaan van ijzer tegen ijzer helemaal kon worden uitgeschakeld : hierdoor maakt deze machine veel minder leven dan andere steenbreekmachines.

Tableau I. — *Caractéristiques de quelques brise-roches.* Tabel I. — *Kenmerken van enkele steenbrekers.*

Firme / *Firma*	Type / *Type*	Pneumatique ou hydraulique / *Pneumatisch of hydraulisch*	Nombre de coups par minute / *Aantal slagen per minuut*	Energie par coup en kgm / *Kracht per slag in kgm*	Energie maximale en kgm/min / *Maximale kracht in kgm/min*	Poids du brise-roches en kg / *Gewicht van de steenbreker in kg*	Pression d'huile ou d'air c. en kg/cm² / *Oliedruk of persluchtdruk in kg/cm²*	Débit d'huile en l/min / *Hoeveelheid olie in l/min*	Débit d'air comprimé en m³/min / *Hoeveelheid persulcht in m³/min*
Ingersoll-Rand	G 500	H	400 à 600	70	42 000	220	140 à 210	50 à 85	
Krupp	HM 200	H	650	70	45.500	255	120 à 150	55	
Krupp	HM 401	H	550	72	39 500	380	120 à 150	60 à 70	
IPH	202 HB	H	300 à 400	95	38.200	250	250 à 300	25 à 35	
Ingersoll-Rand	ABM 500	Pn	600	96,6	58.000	290	7		10,2
Montabert	BRH 250 B	H	210 à 540	100	54 000	440	100	35 à 90	
N.P.K. (Japon)	IPH 400	Pn	320	129	41.200	405	5		7
N.P.K. (Japon)	Dynamax 1.300	Pn	200	130	26 000		6		6
Joy	206	H	200	138	27 600	350			
Stenuick	BR 150	Pn	180 à 200			650	6,5		8
Demag	DKB 375	Pn	600	138	83 000	410	6		7
Yutani	YB 1000	H	200 à 400	150	60.000	1.600	250	75 à 150	
Ingersoll-Rand	G 1100	H	60 à 600	165	99 000	340	140 à 150	165	
Ingersoll-Rand	ABM 1000	Pn	600	165,6	100.000	454	7		16,8
N.P.K.	IPH 600	Pn	310	170	53 000	624	7		9,5
Furukawa (Japon)	750	Pn	400 à 450	170	76.500	750	6		11
Meudon	450	Pn	300	180	54.000	450	5 à 6,5		9
Montabert	BRH 501 A	H	320 à 450	200	90.000	800	130	60 à 80	
Montabert	BRH 501 B	H	320 à 450	200	90.000	800	110	100 à 120	
Montabert	BRH 501 C	H	320 à 450	200	90.000	800	80	110 à 140	
Krupp	HM 600	H	480	200	96.000	430	160	90	
N.P.K.	602 HB	H	300 à 400	210	84.000	900	250 à 320	40 à 60	
Furukawa	1200	Pn	460	240	110.000	1 140	5,5		17
N.P.K.	Dynamax 2.500	Pn	200	270	54.000	750	7		11
Demag	DKB 750	Pn	600	276	165.600	870	7		17
N.P.K.	802 HB	H	300 à 400	280	112.000	730	250 à 320	110 à 140	
Krupp	HM 800	H	425 à 600	165 ou 330	198.000	1.000			
Demag	VR 15	Pn	215	366	79.000	2.300	7		9,5
Gullick		H	320 à 822	390	324.000	750	140 à 170	100	
Montabert	BR 1000	H	400	400	160.000	2.000	150 à 160		
Ingersoll-Rand	G 3200	H	220 à 250	415	103.750				
Krupp	HM 1000	H	200	600	120.000	2.000	180	140 à 160	
N.P.K.	Dynamax 6000	Pn	150	600	90.000				13
Joy	411	H		829		1.200			
Demag	VR 40	Pn	138	1.300	180.000	5.500	7		13,2
Joy	514	H	30	2.765	83.000	1.089	176	113 à 132	

Le poids de ce Joy 514 est de 1.089 kg, y compris l'outil de frappe ; sa longueur totale est de 2,15 m. Le poids de l'engin porteur est de 19,5 t.

Krupp a vendu l'un ou l'autre brise-roches HM 700, mais la fabrication de ceux-ci a été abandonnée car ils constituaient une première amélioration du HM 600 en direction du HM 800 ; la différence principale du HM 700 par rapport au HM 600 a été l'augmentation du diamètre de l'outil de coupe qui est passé de 100 à 117 mm.

Les brise-roches Joy 411 et Krupp 800 intéressent assez bien les mines, tandis que les Krupp 1000 et le Joy 514 sont trop encombrants pour être utilisés dans les travaux souterrains.

Deze Joy 514 weegt 1.089 kg, inclusief het slagapparaat, en is in totaal 2,15 m lang. De breekwagen heeft een gewicht van 19,5 t.

Krupp heeft een enkele HM 700-steenbreker verkocht maar de produktie ervan werd gestaakt omdat hij als een eerste betere uitvoering van de HM 600 een schakel vormde naar de HM 800. Het voornaamste verschilpunt van de HM 700 t.o.v. HM 600 lag in de grotere diameter van het snijwerktuig nl. 117 mm i.p.v. 100 mm.

Voor de mijnen zijn de steenbrekers Joy 411 en Krupp 800 erg interessant maar de Krupp 1000 en de Joy 514 zijn te groot in omvang om in de ondergrond te kunnen worden gebruikt.

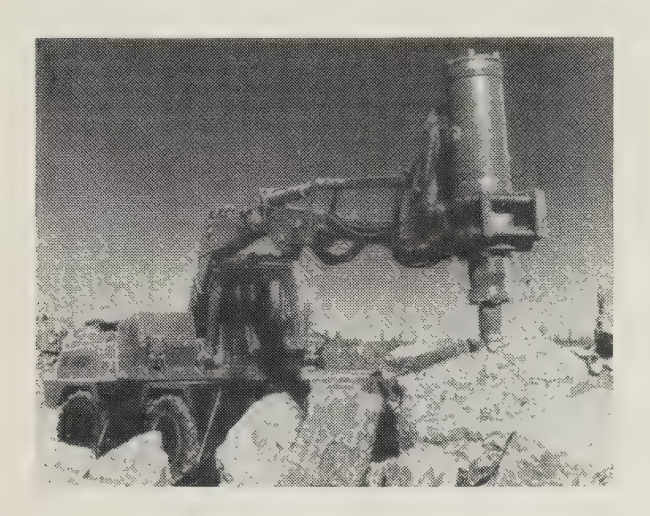


Fig. 1.

Brise-roche Joy de type 514 dont l'énergie de frappe est très élevée (2.765 kgm/coup) avec un nombre de coups par minute de 30.

Steenbreker Joy van het type 514 met een zeer hoge slagkracht (2.765 kgm/slag) en met 30 slagen per minuut.

La figure 1 montre le brise-roches Joy 514 qui était déjà reproduit à la précédente Journée des Carriers.

Depuis la dernière conférence, nous avons effectué encore quelques chronométrages de brise-roches, principalement à la carrière Solvay à Couillet, mais nous n'avons pas encore effectué les chronométrages des nouveaux types de brise-roches plus puissants.

Les discussions que nous avons eues avec des ingénieurs des carrières de calcaire allemandes RWK, concernant l'utilisation des brise-roches dans leurs carrières, ont permis de retirer les quelques renseignements suivants :

a) *Engins porteurs*

- La carrière estime que le rapport entre le poids de l'engin porteur et celui du brise-roches doit être d'environ 20.
- Les brise-roches sont toujours montés sur des engins porteurs neufs (le coût de l'ensemble, engin porteur et Krupp 600, est de 2.500.000 FB).
- Les frais d'entretien des brise-roches Krupp 600 et de leurs engins porteurs coûtent par an entre 45 et 55 % du prix d'achat.
- Les frais d'entretien de l'engin porteur représentent les 3/4 des frais totaux.

Op figuur 1 staat een Joy 514-steenbreker afgebeeld. Deze machine werd trouwens al voorgesteld op de vorige Dag van de Groeve-uitbaters.

Sindsdien werden nog enkele tijdopnamen van steenbrekers uitgevoerd, voornamelijk in de groeve Solvay in Couillet maar dit is nog niet gebeurd voor de nieuwe types van krachtiger steenbrekers.

Bij besprekingen met ingenieurs van de Duitse RWK-kalksteengroeven over het gebruik van steenbrekers in hun groeven konden de volgende gegevens worden genoteerd.

a) *Breekwagens*

- De verhouding tussen het gewicht van de wagen en dat van de breker moet ongeveer 20 bedragen.
- Steenbrekers worden altijd op nieuwe breekwagens gemonteerd (in zijn geheel kost een breekwagen met Krupp 600 2.500.000 BF).
- De onderhoudskosten van de steenbrekers Krupp 600 en van de breekwagens liggen per jaar tussen 45 en 55 % van de aankoopprijs.
- De onderhoudskosten van de breekwagen nemen 3/4 van de totale kosten voor hun rekening.

— La durée de vie utile d'une pelle Poclain LY 80 est de 3 à 4 ans.
— Avec le Krupp 800, la carrière va acheter un Poclain LY 115 P au prix de 3,8 millions.
— Avec le Krupp 1000, il faudra acheter une pelle d'un prix de 6 à 8 millions (6 millions avec le Poclain 160, qui n'est malheureusement plus monté sur roues, et 8 millions avec une pelle Demag H 31 P).

— Si le Krupp 1000 avec son engin porteur coûte 3 à 4 fois le prix du Krupp 600 avec son porteur, la carrière espère que les frais d'entretien seront beaucoup plus faibles (on espère, par exemple, maintenir la pelle en service pendant 6 ans).

b) *Rendements réalisés et prix de revient*

— A la carrière Dornap, le Montabert 501 et le Krupp 600 ont permis chacun de concasser 14,6 blocs/heure d'une dimension moyenne comprise entre 1 et 1,5 m³.
— A la carrière Honethal, le Krupp 600 abat 15 blocs/heure et le Montabert 501 seulement 11 blocs.
— A cette carrière Honethal, en 2 postes de travail par jour, le brise-roches Krupp 600 fait éclater 125 blocs détachés, plus 125 blocs de la sole pour égaliser la surface de roulage de la carrière, soit 250 blocs au total. Il reste 50 blocs par jour qu'il faut pétarder à la main. La carrière espère pouvoir abattre l'ensemble des blocs avec un brise-roches plus puissant.
— Le coût de l'éclatement d'un bloc d'environ 1,2 m³ est de 70 FB en ne tenant pas compte de l'amortissement du matériel.
— Les essais effectués avec le prototype Krupp 800 ont permis de briser 21,8 blocs/heure, soit 50 % en plus que le Krupp 600.
— Les essais du prototype Krupp 1000 ont donné le même nombre de blocs que le 800 ; mais on espère pouvoir attaquer de plus gros blocs avec cet engin.
— Le prix du brise-roches Krupp 600 est de 380.000 FB, celui du 800 est de 780.000 FB et celui du 1000 de 1.000.000 FB.

c) *Outils de frappe*

— La durée de vie des outils de coupe pour Krupp 600 et Montabert 501 est d'environ 5.000 blocs/outil avec une pointe de 13.000 blocs pour un outil de Krupp 600.

Lors d'une prochaine Journée, nous aurons peut-être l'occasion de parler plus longuement des résultats de cette nouvelle classe de brise-roches plus puissants qui, nous le souhaitons, pourront concasser des blocs plus grands et plus durs tout en augmentant la productivité.

— De nuttige levensduur van een bagger Poclain LY 80 is 3 tot 4 jaar.
— Voor de Krupp 800 gaat de groeve een Poclain LY 115 P kopen. Kostprijs : 3,8 miljoen.
— Voor de Krupp 1000 dient een bagger van 6 tot 8 miljoen te worden aangeschaft (6 miljoen bij aankoop van een Poclain 160 die jammer genoeg niet meer op wielen wordt gemonteerd, en 8 miljoen als voor een Demag H 31 P wordt gekozen).
— De Krupp 1000 met breekwagen kost wel drie- à viermaal zoveel als de Krupp 600 met wagen, maar de groeve hoopt dat de onderhoudskosten veel lager zullen zijn (zo hoopt men bijvoorbeeld de bagger gedurende 6 jaar in bedrijf te kunnen houden).

b) *Rendement en kostprijs*

— In de groeve Dornap konden zowel met de Montabert 501 als met de Krupp 600 14,6 blokken/uur met een gemiddelde omvang van 1 tot 1,5 m³ worden gebroken.
— In de groeve Honenthal breekt een Krupp 600 15 blokken/uur en de Montabert 501 maar 11 blokken.
— In deze Honethal-groeve verbrokkelt de steenbreker Krupp 600 in twee diensten per dag 125 losse blokken plus 125 blokken in de bodem om het rijvlak van de groeve te egaliseren d.w.z. in totaal 250 blokken. Er blijven dan nog 50 blokken per dag over die men met de hand moet doen springen. Met een krachtiger steenbreker hoopt men alle blokken te kunnen breken.
— Het doen uiteenspringen van een blok van ongeveer 1,20 m³ kost ongeveer 70 BF, exclusief de afschrijving van het materieel.
— Bij proeven met het Krupp 800-prototype werden 21,8 blokken/uur gebroken d.w.z. 50 % meer dan met de Krupp 600.
— Proeven met de Krupp 1000 leverden een zelfde resultaat op als met de Krupp 800 maar men hoopt met die machine grotere blokken te kunnen bewerken.
— De steenbreker Krupp 600 kost 380.000 BF, de prijs van de 800 bedraagt 780.000 BF en voor de 1000 dient 1.000.000 BF te worden betaald.

c) *Slagwerktuigen*

— De levensduur van de snijwerktuigen voor de Krupp 600 en de Montabert 501 is ongeveer 5.000 blokken/tuig met een piek van 13.000 blokken voor één van een Krupp 600.

Op een volgende Dag van Groeve-uitbaters zullen wij misschien uitgebreider kunnen handelen over de resultaten van deze nieuwe klasse van krachtiger steenbrekers waarmee, hopen wij, grotere en hardere blokken kunnen worden gebroken wat de produktiviteit ten goede komt.

Forage en carrière

Het boren in groeven

Henry van DUYSE *

RESUME

De grands progrès ont été réalisés ces toutes dernières années dans le forage des trous de mines en carrière ; c'est ainsi que :

- *les perforateurs à commande hydraulique font une percée importante, car ils ont permis d'accroître les vitesses de forage, d'augmenter le diamètre et la profondeur des trous et de diminuer le niveau sonore ;*
- *les marteaux « fond de trou », qui étaient déjà très intéressants, ont pu améliorer encore leurs performances par l'utilisation de l'air comprimé à plus haute pression (jusque 18 à 20 kgm / cm²) ;*
- *les perforatrices rotatives mécanisent de plus en plus toutes les opérations de réglage, de mise en place, de la manutention des tiges ; le machiniste peut commander toutes les opérations à partir d'une cabine climatisée et insonorisée ; il existe des sondeuses avec tige unique de 18 m de longueur ; dans quelques sondeuses la programmation du forage est établie par un réglage, fixé à l'avance, en fonction du terrain, de la poussée et du couple.*

SAMENVATTING

In de voorgaande jaren werd grote vooruitgang geboekt bij het boren van schietgaten in groeven. Ten bewijze daarvan het volgende :

- *de boormachines met hydraulische aandrijving doen een grote stap vooruit : de boorsnelheden werden opgevoerd, de diameter en diepte van de gaten werden groter en het geluidsniveau werd lager ;*
- *de prestaties van de « gathamers » die toch al zeer interessant waren, werden nog verbeterd door perslucht onder hogere druk (tot 18 à 20 kgm / cm²) toe te passen ;*
- *bij de draaiboormachines worden het werk voor de plaatsing en de behandeling van de stangen meer en meer gemechaniseerd. De bestuurder kan alle handelingen bevelen vanuit een geklimatiseerde en geluidsvrije cabine. Er bestaan boormachines met één enkele stang van 18 m lengte. Bij enkele machines is het boren door een vooraf vastgestelde regeling geprogrammeerd volgens het gesteente, de aandrukking en het koppel.*

ZUSAMMENFASSUNG

Bedeutende Fortschritte wurden in den letzten Jahren bei der Großlochbohrung im Steinbruch erzielt.

- *So ist es erklärlich, daß hydraulisch gesteuerte Bohrmaschinen zum Durchbruch gelangen; denn*

SUMMARY

Major advances have been made in recent years in hole-drilling in quarries :

i) hydraulic-powered drills have made a big breakthrough, since they make it possible to raise

---

* Chef de Section de Recherche
INIEX, rue du Chéra, 200 - B - 4000 Liège

* Hoofd van de Afdeling Opzoekingen

mit diesen Maschinen konnten die Bohrgeschwindigkeiten erhöht, der Bohrdurchmesser erweitert, die Lochtiefe vergrößert und der Geräuschpegel herabgesetzt werden.

— *Die sogenannten « Grundlochhammer », die bereits sehr interessant waren, konnten ihre Leistung noch erhöhen durch den Einsatz von Preßluft unter höherem Druck (bis 18-20 kg/cm²).*

— *Durch die Rundbohrmaschinen wurden alle Einsatz- und Handhabungsvorgänge für die Bohrwellen immer mehr mechanisiert. Der Bedienungsmann kann nunmehr alle Vorgänge von einer Kabine aus mit Klimaanlage und Schalldämmung steuern. Es gibt sogar Bohrmaschinen mit einer einzigen Bohrwelle von 18 Meter Länge. Bei einigen Bohrmaschinen wird die Bohrprogrammierung durch eine im voraus bestimmte Regelung mit Bezug auf den Boden, die Verschiebekraft und das Kräftepaar festgelegt.*

drilling speeds, increase hole diameter and depth and reduce the noise level;

ii) « bottom-of-the hole » hammer drills, which already had many advantages, have been given increased performance by running them on compressed air at higher pressure - up to 18/20 kg/cm²;

iii) rotary drills are to an increasing extent being adapted to mechanize all the operations of placing and handling of drill-rods; the operator can control all these functions from his air-conditioned, sound-proofed cabin; there are drilling machines having single drill-rods 18 metres in length; on some models, drilling is programmed by a setting preselected as a function of rock conditions, thrust and torque.

SOMMAIRE

KORTE INHOUD

5. *Description de quelques marteaux « fond de trou »*
   5.1. Marteaux Stenuick
   5.2. Marteaux Zimmerman
   5.3. Marteaux Atlas Copco
   5.4. Marteaux Ingersoll-Rand
   5.5. Marteaux Demag
   5.6. Marteaux Mission

5. *Beschrijving van enkele « gathamers »*
   5.1. Hamers Stenuick
   5.2. Hamers Zimmerman
   5.3. Hamers Atlas Copco
   5.4. Hamers Ingersoll-Rand
   5.5. Hamers Demag
   5.6. Hamers Mission

La part prise dans l'exploitation des ressources minérales par les carrières et par les mines à ciel ouvert augmente d'année en année, ce qui oblige les exploitants, les bureaux d'étude et les firmes de matériel à améliorer sans cesse les engins de forage, les types d'explosifs, ainsi que les moyens de chargement et d'évacuation des matériaux abattus.

Le présent texte se limite au problème du forage, qui est conditionné cependant par les progrès importants réalisés dans le domaine des explosifs.

Jaarlijks neemt het aandeel van groeven en dagbouw in de ontginning van minerale grondstoffen toe. Exploitanten, studiebureaus en toeleveringsfirma's van materieel zijn zodoende gedwongen de booruitrusting, de springstofsoorten en de middelen voor het laden en afvoeren van de gewonnen materialen steeds maar te verbeteren.

In dit artikel wordt enkel het probleem van het boren behandeld maar dit betekent dat ook de op gebied van springstoffen geboekte aanzienlijke vooruitgang hierin moet worden betrokken.

1. *MODE DE FORAGE EXISTANT*

Les engins de forage peuvent être classés en deux grandes catégories : ceux à forage rotatif et ceux à forage percutant, comme le montre le tableau I.

Parmi les sondeuses à foration rotative, il y a celles dont l'outil de coupe est muni de taillants en carbure de tungstène et celles équipées de tricônes ; ces machines sont généralement à commande hydraulique.

1. *BESTAANDE BOORPROCEDES*

Bij de boorwerktuigen kunnen twee hoofdkategorieën worden onderscheiden : draaiend boren en slagboren (zie tabel I).

De draaiboormachines zijn deels uitgerust met een snij-apparaat waarop boorkronen van wolframcarbid zijn aangebracht, en deels met triconussen. Over het algemeen worden deze machines hydraulisch bestuurd.

TABLEAU I
Modes de foration

1. *Forage rotatif :*
   — avec taillants en carbure de tungstène
   — avec tricônes
2. *Forage percutant*
   2.1. avec marteaux « fond de trou » :
      — à pression d'air de 5 à 7 kg/cm^2
      — à haute pression
   2.2. avec marteaux-perforateurs sur glissières
      — à commande pneumatique
      — à commande hydraulique

TABEL I
Boorprocédés

1. *Draaiend boren :*
   — met boorkronen van wolframcarbid
   — met triconussen
2. *Slagboren :*
   2.1. met « gathamers »
      — bij een luchtdruk van 5 tot 7 kg/cm^2,
      — bij hoge druk
   2.2. met boorhamers op glijrails
      — met pneumatische aandrijving,
      — met hydraulische aandrijving.

Parmi les engins à foration percutante, il y a les marteaux « fond de trou », qui descendent dans le trou de forage derrière l'outil de coupe, et les marteaux-perforateurs qui coulissent le long de glissières en restant donc en surface ; ces derniers marteaux, qui étaient jusqu'il y a peu à commande pneumatique, se transforment petit à petit en commande entièrement hydraulique.

Parmi les engins existants, signalons :

— les foreuses rotatives Hausherr, Salzgitter, Atlas Copco, Joy, Ingersoll-Rand, Wirth, etc.,
— les marteaux « fond de trou » Stenuick, Zimmerman, Atlas Copco, Ingersoll-Rand, Mission, etc.,
— les machines perforatrices Montabert, Krupp, Atlas Copco, Joy, etc.

De grands progrès sont réalisés actuellement dans le domaine du forage ; c'est ainsi que :

— les perforateurs à commande hydraulique font une percée importante ;
— les marteaux « fond de trou » à haute pression réalisent actuellement leurs premiers pas ;
— les perforatrices rotatives mécanisent de plus en plus toutes les opérations de réglage, de mise en place, de manutention des tiges, etc...

Il est probable que ces trois types d'engins, de plus en plus perfectionnés, prendront dans le futur une grande partie du marché.

Les différentes firmes de matériel de foration sortent toutes des machines de plus en plus puissantes et équipées des tout derniers perfectionnements. Confrontées à cette compétition difficile, plusieurs firmes ont signalé avoir sorti de leurs tiroirs des plans de sondeuses qu'elles n'avaient pensé fabriquer en série que dans quelques années.

Les firmes livrant les taillants, les couronnes de sondage et les tricônes ont dû aussi suivre les progrès réalisés dans les engins de forage avec l'élévation des couples et des poussées exercées ; malgré des conditions de travail plus lourdes, la durée de vie de ces outils de coupe a pu être fortement augmentée.

Les progrès n'ont pu être obtenus que par une étroite collaboration entre les exploitants et les différents fournisseurs (sondeuses, outils de coupe, flexibles, lubrifiants, régulation...).

De slagboormachines omvatten enerzijds de « gathamers » die na de boorkroon in het boorgat worden neergelaten, en anderzijds de boorhamers die langs glijrails op en neer schuiven en dus bovengronds blijven. Tot voor kort werden de laatstgenoemde hamers pneumatisch aangedreven maar langzaam aan wordt overgeschakeld op een volledig hydraulische besturing.

Wij vernoemen hier tussen de bestaande machines :

— de draaiboormachines Hausherr, Salzgitter, Atlas Copco, Joy, Ingersoll-Rand, Wirth, ... ;
— de « gathamers » Stenuick, Zimmerman, Atlas Copco, Ingersoll-Rand, Mission, ... ;
— de boormachines Montabert, Krupp, Atlas Copco, Joy, etc.

Op dit ogenblik kent het boren een grote vooruitgang ; zo :

— doen de hydraulisch aangedreven boormachines een grote sprong voorwaarts ;
— zetten de « gathamers » bij hoge druk hun eerste stappen ;
— mechaniseren de draaiboormachines steeds meer alles wat het regelen, het plaatsen en het behandelen van boorstangen e.d. betreft.

Waarschijnlijk zullen deze drie types, steeds perfekter wordende, machines in de toekomst een groot deel van de markt veroveren.

De diverse toeleveringsbedrijven van boormaterieel bieden allemaal steeds krachtiger en van de laatste snufjes voorziene machines aan. Nu ze zich tegenover zo'n harde concurrentie geplaatst zien, hebben diverse firma's laten weten dat ze uit hun tekenladen de plannen hebben opgediept van boormachines waarvan de serieproduktie pas over enkele jaren was gepland.

De leveranciers van beitels, boorkronen en triconussen hebben de vooruitgang op het gebied van boormachines moeten volgen door koppel en aandrukking op te voeren. De levensduur van deze snijmachines kon ondanks de ongunstiger werkomstandigheden aanzienlijk worden verlengd.

Deze vooruitgang was slechts mogelijk door een nauwe samenwerking tussen de exploitanten en de diverse leveranciers (boormachines, snijbeitels, slangen, smeermiddelen, afstelling, ...).

2. *CHOIX DU MODE DE FORATION*

Le choix du matériel de forage dépend de plusieurs facteurs qui sont :

— la nature des terrains (géologie et tectonique) ;
— la hauteur des gradins ;
— le diamètre des trous à forer ;

2. *KEUZE VAN EEN BOORPROCEDE*

Diverse factoren spelen een rol bij de keuze van het boormaterieel nl. :

— de aard van het gesteente (geologisch en tectonisch) ;
— de hoogte van de taluds ;

— le problème de la déviation des trous ;
— l'environnement avec le niveau sonore et l'empoussiérage ;
— les vitesses d'avancement ;
— le prix d'achat des sondeuses ;
— le prix de revient.

2.1. *Nature des terrains*

La nature des roches à forer est un facteur primordial pour le choix du mode de forage.

En roches tendres, le forage sera généralement rotatif avec taillants en carbure de tungstène, tandis que tous les autres engins indiqués au tableau I sont utilisés en roches de dureté moyenne et élevée.

Il y a quelques années, la limite entre les deux types de forage, rotatif et percutant, était bien nette. Les progrès métallurgiques et mécaniques ont permis d'élargir les gammes d'utilisation respectives de ces engins. C'est ainsi que, d'un côté, l'amélioration de la technique de soufflage des trous a permis de forer des roches plus tendres avec les engins percutants, tandis que, de l'autre côté, les progrès réalisés dans les taillants et l'augmentation des couples de rotation ont permis de forer des roches plus dures avec les engins rotatifs.

Quelques constructeurs donnent comme limite au forage rotatif une teneur de 10 à 15 % en matières abrasives et une résistance à la compression de 2.400 kg/cm^2 ; la plupart des firmes donnent cependant des limites bien inférieures.

Les exploitants de la carrière de calcaire Dumont-Wautier à Hermalle signalent que leur sondeuse rotative Hausherr a pu forer des roches avec une teneur de 7 à 8 % en SiO_2 et une résistance à la compression d'environ 1.300 kg/cm^2, mais que cette sondeuse n'a pu forer des roches ayant une teneur en SiO_2 de 1 % seulement, mais une résistance à la compression dépassant 2.000 kg/cm^2.

Signalons ici que de grands progrès ont aussi été réalisés dans les foreuses rotatives utilisées pour le creusement de galeries minières ; c'est ainsi que les sondeuses Secoma ont pu forer des trous de 48 mm de diamètre à une vitesse instantanée dépassant 14 m/min dans les mines de fer souterraines de la Lorraine ; les limites de dureté des roches que ces sondeuses peuvent forer, ont aussi été fortement relevées.

Lorsque le terrain le permet, c'est en effet le sondage rotatif qui permet de réaliser les vitesses d'avancement les plus élevées. Malheureusement,

— de diameter van de boorgaten ;
— het probleem van de afbuiging van de gaten ;
— het milieu met geluidsniveau en stofontwikkeling ;
— de voortgangssnelheden ;
— de aankoopprijs van de boormachines ;
— de kostprijs.

2.1. *Aard van het gesteente*

In de eerste plaats wordt bij de keuze van het boorprocédé rekening gehouden met de aard van het gesteente waarin moet worden geboord.

Voor zacht gesteente is over het algemeen draaiend boren met boorkronen van wolframcarbid aangewezén ; in gesteente met een gemiddelde tot hoge hardheid worden de overige, in tabel I aangegeven machines ingezet.

Enkele jaren geleden lag er nog een zeer duidelijke grens tussen de twee boortypes, draaiend boren en slagboren. Door de vooruitgang op metallurgisch en mechanisch vlak konden de respectievelijke toepassingsgebieden van deze machines worden verruimd. Zo heeft enerzijds de verfijnde techniek voor het spoelen van de gaten het mogelijk gemaakt met slagboormachines te boren in zachter gesteente terwijl anderzijds met draaiboormachines in harder gesteente kan worden geboord dankzij de vooruitgang die werd geboekt inzake boorkranen en door een verhoging van het draaikoppel.

Door enkele fabrikanten worden de volgende grenzen voor het draaiend boren opgegeven : een gehalte van 10 tot 15 % abrasief gesteente en een drukvastheid van 2.400 kg/cm^2. De meeste bedrijven vermelden echter duidelijk lagere grenzen.

Volgens de exploitanten van de kalksteengroeve Dumont-Wautier in Hermalle heeft hun draaiboormachine Hausherr gesteente met 7 tot 8 % SiO_2 en met een drukvastheid van ongeveer 1.300 kg/cm^2 kunnen boren. Anderzijds slaagde deze machine er niet in gaten te boren in gesteente met slechts 1 % SiO_2 maar waarvan de drukvastheid meer dan 2.000 kg/cm^2 bedroeg.

Wij wijzen hier erop dat ook grote vooruitgang werd geboekt inzake draaiboormachines voor het delven van mijngalerijen. Zo hebben de Secoma-boormachines gaten met een diameter van 48 mm geboord tegen een momentsnelheid van meer dan 14 m/min in de ondergrondse ijzermijnen van Lotharingen. Ook werden de grenzen van de hardheid van het doorboorde gesteente een flink stuk naar boven verlegd.

Als het gesteente zich daartoe leent, worden de hoogste voortgangssnelheden echter met het draaiend boren gerealiseerd. Jammer genoeg wor-

dans les carrières belges, le nombre d'engins de forage rotatif n'est pas très élevé par suite de la présence d'inclusions ou de bancs plus abrasifs.

En terrain très dur et avec des trous à grand diamètre, il semble que les marteaux « fond de trou » peuvent réaliser les avancements les plus élevés, mais avec une consommation d'air importante.

La découpe des roches varie aussi suivant le mode de forage :

— dans le cas d'une perforatrice rotative, l'outil de coupe travaille à la façon d'un foret dans le métal en attaquant la roche par cisaillement avec enlèvement de copeau ;
— dans le cas des marteaux percutants, l'outil attaque d'abord la roche par compression ; à la suite de deux empreintes successives, la résultante des forces horizontales fait éclater le rebord entre les deux empreintes.

La poussée sert à compenser les forces de réaction de l'outil et à en assurer la pénétration lors du forage, mais inversée, elle doit être suffisante pour relever le train de barres lors de la remontée de l'outil.

C'est ainsi qu'un marteau-perforateur peut avoir besoin de seulement 200 à 300 kg de poussée pour obtenir sa meilleure vitesse de pénétration mais, par contre, le relevage du train de barres peut demander 2.000 à 3.000 kg si le terrain est cassé.

Par contre, une perforatrice peut avoir besoin de 4.000 à 5.000 kg pour le forage et seulement de 400 à 500 kg pour le relevage du train de tiges.

den in de Belgische groeven niet zeer veel draaiboormachines gebruikt omdat er insluitingen en abrasieve lagen voorkomen.

In geval van zeer hard gesteente en van gaten met grote doormeter zouden de « gathamers » het snelst vooruitgaan, zij het met een aanzienlijk luchtverbruik.

Het boren van het gesteente varieert eveneens per boorwijze :

— bij een draaiboormachine werkt het snijwerktuig als een boor in metaal waarbij het gesteente wordt afgeschraapt en het boorstel wordt weggewerkt ;
— bij slaghamers zet de hamer het gesteente eerst onder druk ; na twee opeenvolgende slagen doet de resultante van de horizontale krachten de rand tussen de twee aandrukken afschilferen.

De aandrukkracht dient om de reactiekrachten van het tuig op te vangen en om te zorgen voor de penetratie tijdens het boren. Omgekeerd echter moet ze volstaan om de stangen op te trekken als de boorkop wordt opgehaald.

Zo kan een boorhamer slechts 200 à 300 kg aandrukkracht nodig hebben om zijn hoogste indringingssnelheid te bereiken maar het ophalen van de gekoppelde stangen kan 2.000 tot 3.000 kg vergen als men met breuksteen te doen heeft.

Daartegenover kan een boormachine 4.000 tot 5.000 kg nodig hebben voor het boren en slechts 400 tot 500 kg voor het optrekken van de stangen.

2.2. *Diamètre et profondeur des trous à forer*

Le choix des foreuses est conditionné aussi par le diamètre et par la profondeur des trous à forer.

Le diamètre et la profondeur des trous conditionnent aussi l'espacement entre les trous et la distance de ces trous au bord des gradins, donc de la maille de forage ; de cette maille dépendent la granulométrie des produits abattus et, par suite, les dimensions du concasseur, la capacité du godet de la chargeuse, la nécessité ou non de recourir au pétardage ou aux brise-roches.

C'est ainsi que des trous de 76 mm de diamètre et d'une profondeur de 10 à 20 m imposent des mailles de 9 m² et que des trous de 105 mm de diamètre et d'une profondeur de 25 à 35 m imposent dans les

2.2. *Diameter en diepte van boorgaten*

Bij de keuze van boormachines dient ook rekening gehouden te worden met de doormeter en de diepte van de gaten die moeten worden geboord.

Diameter en diepte van de gaten zijn ook medebepalend voor de afstand tussen de gaten en voor de afstand van deze gaten tot de rand van de taluds, dus voor het boorrooster. Van dit rooster is mede afhankelijk welke korrelgrootte de gewonnen produkten zullen hebben en bijgevolg welke afmetingen de breker zal hebben, hoeveel de laadbak van de laadmachine moet kunnen bevatten en ook of het al dan niet nodig is een beroep te doen op springbussen of gesteentebrekers.

Gaten met 76 mm diameter en 10 tot 20 m diepte vragen een boorrooster met mazen van 9 m² terwijl voor gaten waarvan de doormeter 105 mm en de diepte 25 à 35 m bedragen, met mazen van 20 m²

mêmes terrains des mailles de 20 m². Des trous de 300 mm de diamètre permettent des mailles supérieures à 40 m².

2.2.1. *Diamètre des trous*

En Europe, les diamètres varient généralement de 76 à 125 mm, le maximum étant de 150 mm.

Ce diamètre de 150 mm constitue la limite inférieure pour l'utilisation des sondeuses rotatives à tricônes. Des essais ont en effet été effectués avec des tricônes de 100 mm de diamètre sur une sondeuse Hausherr, mais les roulements placés dans les tricônes n'ont pu résister à la poussée très élevée exercée (12 t). Dans le cas d'utilisation des tricônes, on estime que la poussée exercée doit atteindre 2 à 3 t par pouce de diamètre, ce qui donne 12 à 18 t pour un diamètre de 150 mm et impose donc l'utilisation d'un engin porteur très lourd de 30 à 40 t.

L'augmentation du diamètre augmente les possibilités du forage rotatif avec tricônes et les Américains forent couramment des trous de 380 mm en exerçant des poussées de 50 t avec des couples de 1.000 kgm. Ces trous de 300 à 400 mm de diamètre peuvent aussi être forés par les marteaux « fond de trou », qui n'exigent dans ce cas qu'une poussée de 2 à 3 t et pour lesquels les engins porteurs sont donc beaucoup moins lourds. Cependant, si dans les exploitations minières à ciel ouvert les Américains continuent à forer à grand diamètre, la tendance dans ce pays est de diminuer le diamètre des trous dans les carrières.

En ce qui concerne le diamètre de forage des engins percutants, les marteaux-perforateurs Montabert tant pneumatiques qu'hydrauliques ne permettent pas de forer à un diamètre supérieur à 102 mm, sauf si l'on remplace les barres habituelles par des tubes Gardner-Denver dont nous parlerons plus loin (paragraphe 4).

2.2.2. *Profondeur des trous*

La profondeur des trous à forer varie généralement de 10 à 40 m. Rappelons qu'en Allemagne, il est interdit, sauf dérogation, de dépasser 30 m comme hauteur des gradins et qu'en Allemagne encore il est interdit, sauf dérogation, de forer des mines horizontales au pied des gradins. En France, la hauteur des gradins ne peut dépasser 15 m, sauf dérogation. Aux Etats-Unis, la tendance est de diminuer aussi la hauteur des gradins jusqu'à 10 à 15 m.

moet worden gerekend als in hetzelfde gesteente wordt geboord. Is de diameter van de boorgaten 300 mm, dan kan met mazen van meer dan 40 m² worden gewerkt.

2.2.1. *Diameter van de gaten*

In Europa variëren de diameters over het algemeen van 76 tot 125 mm, met 150 mm als maximale grootte.

Voor draaiboormachines met triconussen is een diameter van 150 mm een minimale afmeting. Proeven met triconussen van 100 mm diameter op een Hausherr-boormachine hebben uitgewezen dat de lagers in de triconussen niet bestand waren tegen de zeer hoge aandrukking (12 t). Als triconussen worden gebruikt moet de toegepaste aandrukkracht 2 tot 3 t per diameterduim bereiken, hetgeen resulteert in 12 tot 18 ton voor een diameter van 150 mm ; hieruit volgt dat een zeer zware boorwagen van 30 tot 40 t moet worden ingezet.

Hoe groter de diameter, hoe meer mogelijkheden het draaiend boren met triconussen biedt. In Amerika komt het boren van gaten van 380 mm veelvuldig voor : de drukkracht bedraagt dan 50 t met een koppel van 1.000 kgm. Deze gaten van 300 tot 400 mm doormeter kunnen ook met « gathamers » worden geboord ; zij hebben slechts een druk van 2 tot 3 t nodig en de boorwagens zijn dus lang niet zo zwaar. Maar al gaan de Amerikanen door met het boren van gaten met grote diameter in de dagbouwontginningen, ook in dit land is er een trend om de diameter van de gaten in de groeven te verkleinen.

Wat de boordiameter van de slagmachines betreft : met de boorhamers Montabert, pneumatische zowel als hydraulische, kan maximaal een diameter van 102 mm worden geboord, tenzij de gewone stangen vervangen worden door Gardner-Denver-buizen waarover hierna meer gegevens worden verstrekt (par. 4).

2.2.2. *Diepte van de gaten*

De gaten zijn over het algemeen 10 tot 40 m diep. Wij herinneren eraan dat in Duitsland, tenzij met speciale vergunning, de taluds niet hoger dan 30 m mogen zijn en dat het in dat land ook verboden is, ook weer tenzij met speciale vergunning, horizontale gaten te boren aan de voet van de taluds. Tenzij speciaal toegestaan, mag de hoogte van de taluds in Frankrijk niet meer dan 15 m bedragen. Ook in de Verenigde Staten wordt ernaar gestreefd de hoogte van de taluds tot 10 à 15 m terug te brengen.

En Belgique, environ 85 % des gradins ont une hauteur comprise entre 15 et 30 m et 10 % environ ont une hauteur dépassant 30 m.

Des hauteurs de gradins faibles renforcent la sécurité mais augmentent la part prise par les manœuvres annexes lors du forage ; c'est ainsi que la durée de ces temps morts dans le cas d'une profondeur de 12 m est le double de celle nécessaire dans le cas d'une profondeur de 25 m.

Les trous profonds ne favorisent pas les engins percutants pneumatiques sur glissières par suite de la déperdition rapide d'énergie de frappe avec la longueur croissante du train de barres et avec le nombre de raccords qui entraînent toujours des pertes importantes d'énergie. Il semble que la profondeur optimale pour ce mode de forage soit comprise entre 15 et 20 m.

Cependant, l'introduction de l'hydraulique pour la commande des engins percutants a permis de réduire fortement ces pertes d'énergie, ce qui permet de forer des trous de plus de 100 m avec ces appareils.

La longueur des tiges varie généralement entre 3 et 6 m, avec cependant quelques cas de tiges de 27 m de longueur. Des longueurs trop importantes pour les tiges n'augmentent que très légèrement la vitesse de foration nette, tout en nécessitant des engins beaucoup plus lourds pouvant peser jusqu'à 60 t.

2.3. *Déviation des trous de mines*

En ce qui concerne le problème important de la déviation des trous, tout le monde reconnaît que ce sont les marteaux « fond de trou » qui permettent de forer des trous bien droits sans déviation.

La déviation s'accroît avec la poussée exercée, ce qui explique que ce sont les tricônes qui entraînent les déviations les plus grandes. En cas de forte poussée, l'outil de coupe a tendance à glisser vers les bancs plus tendres. Une autre cause de la déviation des trous est due au flambage des tiges soumises à des poussées très importantes.

Cependant, dans le cas de perforatrices rotatives, la déviation peut être diminuée par l'utilisation de tiges de plus grand diamètre, donc plus rigides.

La poussée exercée dans les perforatrices rotatives étant 5 à 10 fois plus élevée que dans un outil à percussion explique que la déviation des sondeuses rotatives est souvent plus élevée que celle d'un forage percutant.

In België is ongeveer 85 % van de taluds tussen 15 en 30 m hoog en circa 10 % zijn hoger dan 30 m.

Hoe lager de taluds, des te veiliger kan worden gewerkt. Het aandeel van de bijkomende werkzaamheden tijdens het boren neemt echter toe. Zo zijn de dode tijden bij een boring tot 12 m diepte dubbel zo lang als bij een boring tot een diepte van 25 m.

Diepe gaten zijn niet het gunstigst voor de pneumatische slagboormachines op glijrails als gevolg van het snelle verlies aan slagenergie met de toenemende lengte van de aan elkaar gekoppelde slangen en het aantal verbindingen die altijd aanzienlijke energieverliezen meebrengen. De optimale diepte voor deze boorwijze schijnt tussen 15 en 20 m te liggen.

Deze energieverliezen konden evenwel drastisch verminderd worden door het aanwenden van de hydraulica voor de bediening van deze slagwerktuigen : hiermee kunnen nu gaten van meer dan 100 m worden geboord.

Meestal varieert de lengte van de stangen van 3 tot 6 m met in enkele gevallen stangen die 27 m lang zijn. Te grote lengten van de staven leveren maar een lichtjes hogere, zuivere boorsnelheid op terwijl men niet mag vergeten dat hiervoor veel zwaardere, tot 60 t wegende boorwagens nodig zijn.

2.3. *Afbuiging van schietgaten*

Inzake het belangrijke probleem van de afbuiging van schietgaten wordt door iedereen erkend dat met slaghamers vrij rechte gaten zonder afbuiging kunnen worden geboord.

De afbuiging of afwijking neemt toe met de toegepaste aandrukkracht hetgeen verklaart waarom de triconussen de grootste afwijking veroorzaken. Bij hoge aandrukking vertoont de boorkop de neiging om naar het zachtste gesteente uit te wijken. Een andere oorzaak van de afwijking van de gaten ligt in het knikken van de stangen als ze onder zeer hoge druk worden gezet.

Bij draaiboormachines kan de afbuiging nochtans worden beperkt d.m.v. stangen met een grotere diameter d.w.z. minder buigzame stangen.

Het feit dat de aandrukkracht in draaiboormachines vijf- tot tienmaal hoger is dan in een slagboormachine, verklaart waarom de afwijking van de draaiboormachines vaak groter is dan bij een slagboring.

2.4. *Problèmes d'environnement* (bruit, poussières,...)

Le niveau sonore des perforatrices rotatives est plus faible que celui des perforateurs à commande hydraulique qui à son tour est plus faible que celui des marteaux à commande pneumatique, en rappelant cependant que le bruit des marteaux « fond de trou » diminue fortement dès la pénétration du marteau dans le trou.

Cependant, toutes les machines de forage utilisées en carrières imposent la présence d'un compresseur nécessaire pour le nettoyage des trous à mesure du forage ; pour les marteaux « fond de trou », l'air qui fait fonctionner le marteau sert aussi à faire remonter les débris de forage.

Une bonne évacuation des débris de forage influe directement sur la vitesse de pénétration et sur l'usure des outils, sinon une partie importante de l'énergie est dépensée pour le rebroyage des débris de roche. Le débit d'air nécessaire varie de 3 à 60 m^3/min, suivant le diamètre du trou et des barres et suivant la sondeuse utilisée.

La vitesse ascensionnelle de l'air chargé des débris de forage ne peut être inférieure à une certaine valeur ; cette vitesse dépend de l'espace annulaire entre le train de barres et le diamètre des trous.

Les engins de forage actuels sont souvent équipés d'un dépoussiéreur incorporé à la sondeuse. Signalons que, dans les sondeuses les plus récentes, la commande de la vidange des poussières accumulées peut s'opérer à partir de la cabine.

2.5. *Engins porteurs*

La plupart des engins porteurs sont auto-tractés, sauf les marteaux « fond de trou » de petit diamètre qui peuvent être plus simples, car ces marteaux demandent beaucoup moins de poussée.

Les sondeuses à percussion sont généralement plus légères que les perforatrices rotatives toujours par suite des poussées plus faibles nécessaires.

On prévoit une augmentation du nombre d'engins porteurs montés sur chenilles au détriment des engins sur roues. Il faut aussi prévoir une extension des engins porteurs plus sophistiqués avec pose mécanique des tiges et équipés de cabine pour l'opérateur.

Un facteur très important recherché par les utilisateurs est la fiabilité des machines.

2.4. *Milieuproblemen* (geluid, stof, ...)

Het geluidsniveau van draaiboormachines is lager dan dat van hydraulisch bediende machines die zelf weer minder lawaai maken dan de pneumatisch bestuurde hamers. Wij herinneren er evenwel aan dat het geluid van de « gathamers » fors afneemt zodra de hamer in het gat wordt gebracht.

Maar voor alle in een groeve gebruikte boormachines moet er een compressor aanwezig zijn om de gaten schoon te blazen tijdens het boren. Bij de « gathamers » dient de lucht die de hamer doet werken, ook om het boorgruis naar boven te blazen.

Een degelijke afvoer van het boorgruis beïnvloedt rechtstreeks de penetratiesnelheid en de slijtage van de apparatuur want anders gaat een groot gedeelte van de energie verloren in het verbrijzelen van het boorsel. Naargelang van de doormeter van het gat en van de stangen en naargelang van de gebruikte boormachine schommelt het luchtdebiet van 3 tot 60 m^3/min.

De opstijgsnelheid van de met boorgruis vermengde lucht mag niet onder een bepaalde waarde liggen ; deze snelheid wordt bepaald door de ringvormige ruimte tussen de stangen en de diameter van de boorgaten.

De huidige boorapparatuur is vaak uitgerust met een ingebouwde ontstoffingsinstallatie op de boormachine. Wij wijzen erop dat bij de nieuwste boormachines het leegmaken van het verzamelde boorstel vanuit de bestuurderscabine kan worden bediend.

2.5. *Boorwagens*

Meestal hebben boorwagens een eigen aandrijving, de « gathamers » voor kleine diameter uitgezonderd, omdat deze eenvoudiger gebouwd zijn want deze hamers hebben veel minder aandrukkracht nodig.

Slagboormachines zijn over het algemeen lichter dan roterende machines, ook weer omwille van lagere aandruk-eisen.

Verwacht wordt dat het aantal boorwagens op rupskettingen zal stijgen ten koste van de voertuigen op wielen. Ook kan verwacht worden dat de meer gesofistikeerde boorwagens met mechanische plaatsing van stangen en uitgerust met een cabine voor de bestuurder, steeds talrijker zullen worden.

Door de verbruikers wordt zeer veel belang gehecht aan de betrouwbaarheid van de machines.

2.6. *Vitesse de forage*

En ce qui concerne la vitesse de forage, signalons à titre indicatif que, dans une carrière de calcaire, on a obtenu les vitesses commerciales suivantes pour le forage d'un trou :

- sondeuse rotative : 20 m/h ;
- perforateur percutant pneumatique : 15 m/h ;
- perforateur percutant hydraulique : 25 m/h ;
- marteau « fond de trou « : 7 m/h.

Ces valeurs ne tiennent pas compte des derniers perfectionnements apportés aux sondeuses rotatives et aux marteaux « fond de trou » à haute pression.

2.7. *Prix d'achat et prix de revient des sondeuses*

Le choix de la sondeuse dépend aussi de son prix d'achat :

- les sondeuses rotatives coûtent entre 7 et 8 millions de francs ;
- les perforateurs pneumatiques entre 2 et 3 millions de francs ;
- les perforateurs hydrauliques entre 3,5 et 5 millions de francs ;
- les marteaux « fond de trou » entre 30 et 70.000 francs (il faut ajouter à ce prix les installations de surface dont les plus légères ne sont pas chères : environ 320.000 F).

Mais le prix d'achat ne constitue qu'un des facteurs du prix de revient ; il faut en plus tenir compte des frais de main-d'œuvre, des réparations, du coût des taillants, de l'entretien, de l'énergie consommée, etc... Pour chaque catégorie de machines, il existe une grande gamme de prix de revient. Le choix de la sondeuse dépend aussi des rendements de la machine choisie, de l'état de la surface de roulage de la carrière, de la facilité d'entretien, du service après vente, etc...

Un facteur fondamental est aussi le taux d'utilisation de la sondeuse ; il est certain qu'une machine coûteuse doit pouvoir travailler au moins un poste complet par jour.

3. *DESCRIPTION DE QUELQUES SONDEUSES ROTATIVES*

De très grands progrès ont été réalisés ces toutes dernières années dans le domaine des sondeuses rotatives.

2.6. *Boorsnelheid*

Aangaande de boorsnelheid vermelden wij als aanduiding dat de volgende gemiddelde snelheden voor het boren van een gat gerealiseerd werden in een kalksteengroeve :

- draaiboormachine : 20 m/h ;
- pneumatische slagboormachine : 15 m/h ;
- hydraulische slagboormachine : 25 m/h ;
- gathamer : 7 m/h.

Deze cijfers houden geen rekening met de laatste verbeteringen aan roterende boormachines en aan « gathamers » onder hoge druk.

2.7. *Aankoop- en kostprijs van boormachines*

De keuze van een boormachine wordt mede bepaald door de aankoopprijs :

- de roterende boormachines kosten 7 tot 8 miljoen BF ;
- voor pneumatische boormachines dient 2 tot 3 miljoen BF te worden betaald ;
- de prijs van een hydraulische boormachine ligt tussen 3,5 en 5 miljoen BF ;
- de « gathamers » kosten 30.000 tot 70.000 BF (hierbij komen de kosten voor de bovengrondse installaties waarvan de lichtste machines niet duur zijn : ca. 320.000 BF).

De aankoopprijs is echter maar één van de kostprijsfactoren. Er dient ook rekening te worden gehouden met de loonkosten, de herstellingen, de kosten voor boorkronen, het onderhoud, het energieverbruik, enz. ... Per categorie van machines bestaat er dus een grote gamma van kostprijselementen. Het kiezen van een boormachine is dus mede afhankelijk van het rendement van de uitgekozen machine, van de staat van het rij-oppervlak van de groeve, van onderhoudsfaciliteiten, van de dienst na verkoop, enz...

Van fundamenteel belang is ook de bezettingsgraad van de boormachine ; vast staat dat een dure machine minstens één volledige dienst per dag moet kunnen in bedrijf zijn.

3. *BESCHRIJVING VAN ENKELE DRAAIBOORMACHINES*

Inzake draaiboormachines werd in het recente verleden zeer grote vooruitgang geboekt.

La nouvelle génération de ces sondeuses rotatives est commandée par un seul ouvrier qui peut opérer à partir d'une cabine.

Signalons que la plupart de ces sondeuses peuvent aussi être équipées de marteaux « fond de trou ».

Les progrès réalisés ont permis :

— d'augmenter les vitesses de forage, tant instantanées que commerciales ;
— de réduire les coûts de forage par mètre de trou ;
— d'améliorer les conditions d'habitabilité pour le foreur ; cabine climatisée, isolée du bruit et à l'abri des poussières ;
— de faciliter le travail de l'ouvrier par la mécanisation de la manutention, de la mise en place et du vissage des tiges ; l'ouvrier ne doit plus se déplacer que pour vérifier l'état du taillant et éventuellement le remplacer.

Cette mécanisation permet à l'ouvrier de suivre et de mieux régler les variations du couple de forage et de veiller à ce que la poussée soit toujours comprise entre les limites souhaitées.

Différentes firmes ont réalisé aussi des engins où le châssis avec le mât et la cabine peuvent tourner de 90° par rapport aux chenilles, ce qui permet d'aller plus rapidement d'un trou à l'autre en évitant deux rotations de 90° aux chenilles.

Une autre nouveauté essayée sur une Hausherr HBM 20 est l'automatisation complète de toute l'opération de forage, grâce à une programmation établie à l'avance. Dès qu'une tige arrive à fond de course, la mise en place de la nouvelle tige se fait automatiquement. Le travail de l'ouvrier se borne à suivre la poussée et le couple exercés sur l'outil de coupe.

Une dernière nouveauté en cours de réalisation est la programmation complète du forage sans intervention de l'ouvrier par un réglage établi à l'avance, en fonction du terrain, de la poussée et du couple. Mais, dans ce cas, on ne pourra pas modifier la poussée si l'outil de forage tombe sur des terrains plus durs ou moins durs que ceux escomptés, de sorte que les couples et les poussées prévus devront toujours être déterminés avec sécurité, ce qui réduira plutôt la vitesse de forage.

Il faut toujours veiller à ce que la mécanisation et surtout l'automatisation n'augmentent pas trop le coût de la sondeuse et, par suite, le coût réel du forage.

C'est ainsi que la mécanisation de la pose et de la dépose des tiges ne fait gagner que 0,1 à 0,2 minute par mètre de forage.

De nieuwste modellen van deze roterende boormachines worden door één man alleen bediend vanuit een cabine.

De meesten hiervan kunnen ook met « gathamers » worden uitgerust.

Dank zij deze nieuwe ontwikkelingen konden :

— de boorsnelheden, zowel de momentsnelheid als de gemiddelde snelheid, worden verhoogd ;
— de boorkosten per meter gat worden gedrukt ;
— de werkvoorwaarden voor de boorder worden verbeterd : een geklimatiseerde, geluiddichte en tegen stof beschermde cabine ;
— de werkzaamheden van de boorder worden vergemakkelijkt door de mechanisering van het behandelen, het plaatsen en aanschroeven van de stangen ; de boorder hoeft zich niet meer te verplaatsen om de staat van de boorkop te controleren of hem eventueel te vervangen.

Door deze mechanisering kan de boorder de schommelingen van het boorkoppel volgen en beter afstellen, en ervoor zorgen dat de aandrukkracht altijd tussen de gewenste grenzen blijft.

Verschillende firma's hebben ook machines gebouwd waarvan het chassis met mast en cabine 90° kunnen draaien t.o.v. de rupskettingen ; hierdoor kan sneller van de ene naar het andere gat gereden worden want de twee draaiingen van 90° op de rupskettingen zijn hierdoor overbodig geworden.

Een andere nieuwigheid die op een Hausherr HBM 20 werd uitgetest, betreft de volledige automatisering van het boorwerk door een vooraf opgestelde programmering. Zodra een stang is opgebruikt, wordt automatisch een nieuwe stang geplaatst. Het werk van de boorder beperkt zich tot het volgen van de aandrukkracht en het koppel die op het boorapparaat worden uitgeoefend.

Een laatste nieuwigheid waaraan momenteel wordt gewerkt, is de volledige programmering van het boren, zonder enige tussenkomst van de boorder, d.m.v. een vooraf ingestelde regeling waarbij rekening gehouden werd met het gesteente, de aandrukkracht en het koppel. Deze aandrukkracht kan echter niet meer worden gewijzigd als het boorelement op harder of minder hard gesteente stuit dan werd gedacht ; koppel en aandrukkracht moeten dus steeds zorgvuldig worden bepaald wat de boorsnelheid eerder zal verminderen.

Er moet dus over gewaakt worden dat de mechanisering en vooral de automatisering de kostprijs van de boormachine niet te fel opdrijven en dus ook de reële kosten van het boren.

Zo levert het mechaniseren van het inbrengen en uitnemen van de stangen een winst van slechts 0,1 à 0,2 minuut per meter boring op.

Nous allons citer à titre d'exemple quelques sondeuses que l'on peut trouver sur le marché. Le tableau II donne les caractéristiques principales de quelques sondeuses.

Als voorbeeld wordt in het artikel de beschrijving van enkele boormachines opgenomen die op de markt te vinden zijn. In tabel II worden de voornaamste kenmerken van enkele boormachines aangegeven.

3.1. *Sondeuses Salzgitter*

La firme Salzgitter fabrique des sondeuses rotatives LB 24, LB 46, LB 610, LB 825 et SG 750 (tableau II).

La figure 1 montre une sondeuse Salzgitter de type LB 46.

3.1. *Boormachines Salzgitter*

Het leveringsprogramma van de firma Salzgitter omvat de draaiboormachines LB 24, LB 46, LB 610, LB 825 en SG 750 (tabel II).

Figuur 1 is een foto van een Salzgitter-boormachine van het type LB 46.

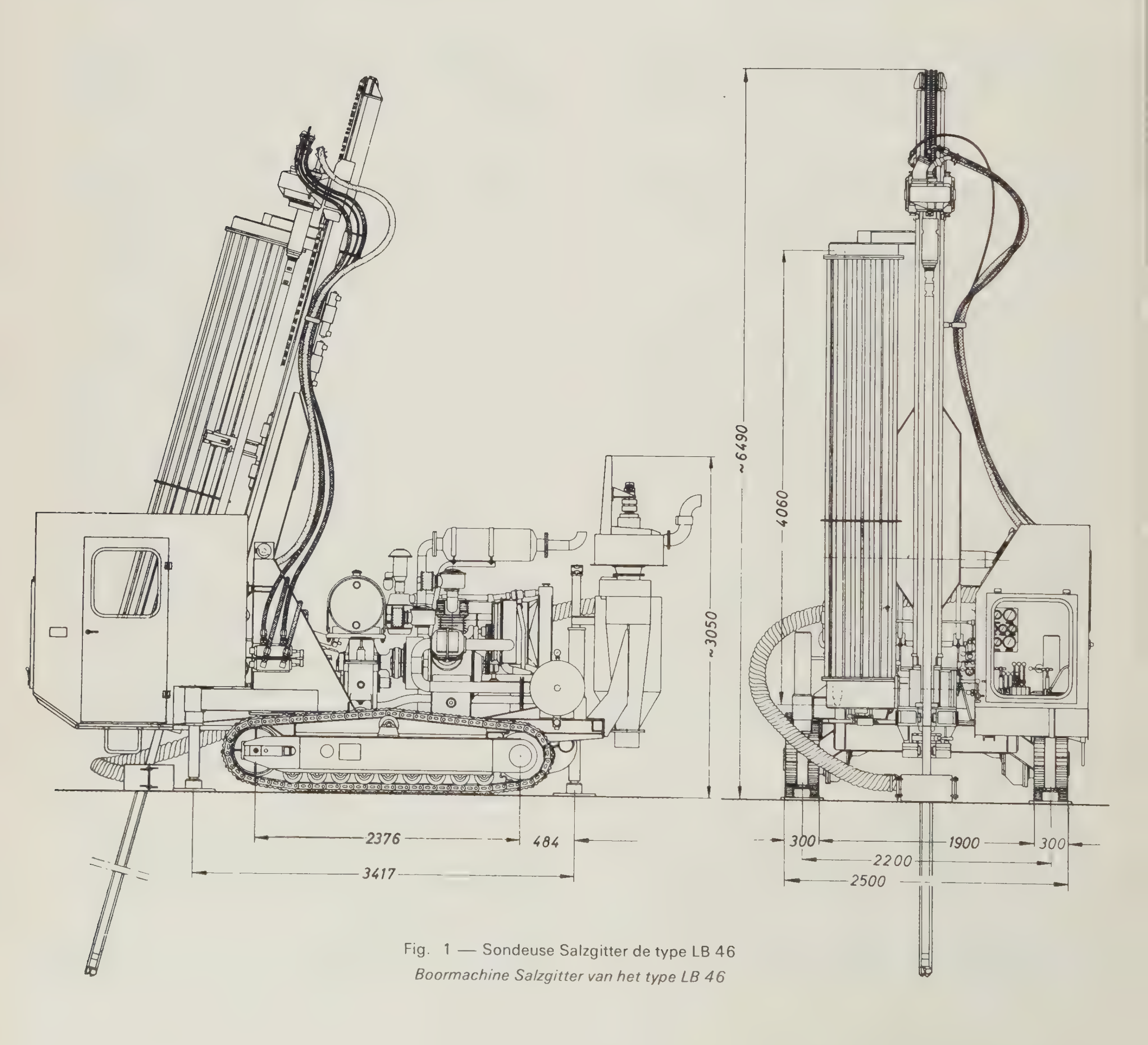


Fig. 1 — Sondeuse Salzgitter de type LB 46
Boormachine Salzgitter van het type LB 46

TABLEAU II
Caractéristiques de quelques sondeuses rotatives

TABEL II
Kenmerken van enkele draaiboormachines

Marque / *Merk*	Type / *Type*	Diamètre de – Forage en mm / *Diameter van de – boring in mm*	Diamètre de – des tiges en mm / *Diameter van de – stangen in mm*	Profondeur de forage en m / *Boor-diepte in m*	Longueur des tiges en m / *Lengte v/d stangen in m*	Puissance du moteur de rotation / *Vermogen v/d draai-motor*	Translation du chariot porteur – type / *Verplaatsing van de boorwagen – type*	Translation du chariot porteur – vitesse en km/h / *Verplaatsing van de boorwagen – snelheid in km/h*	Couple de rotation en kgm / *Draai-koppel in kgm*	Vitesse de rotation en tr/min / *Draai-snelheid in omw/min*	Poussée – force en kg / *Aandrukking – kracht in kg*	Poussée – vitesse en m/min / *Aandrukking – snelheid in m/min*	Pression de l'huile en kg/cm² / *Olie druk in kg/cm²*	Poids total en kg / *Totaal gewicht in kg*
Salzgitter	LB 24 I	90 à 120	76	60	4	30 kW	chenilles/*kettingen*	5,2	300	0 à 110	6.000	0 à 31	210	7.050
	LB 24 II	90 à 135	114	30	3	30 kW	chenilles/*kettingen*	5,2	410	0 à 80	6.000	0 à 31	210	7.050
	LB 46 I	90 à 120	76	60	4	75 kW	chenilles/*kettingen*	4,3	300	0 à 121	6.000	0 à 33,5	210	11.200
	LB 46 II	130 à 140	114	40	4	110 kW	chenilles/*kettingen*	4,3	410	0 à 87	6.000	0 à 33,5	210	11.430
	B 610	95 à 150	76 ou/of 114	40	6	61 kW	chenilles/*kettingen*	3	410 à 570	0 à 121	10.000	0 à 30	235	24.000
	SS 750	56 à 350	42, 51, 60 ou/of 76	765	2,5 et/en 3	15 kW	pneus/*banden*			0 à 550				
Hausherr	HBM 80	65-130	51 à 80		4	98 kW	pneus ou chenilles *banden of kettingen*		320	100-135	8.000			18.000
	HBM 120	80-130	68 à 95		4 et/en 6	123 à 150 kW	pneus ou chenilles *banden of kettingen*		390	125-200	12.000			24.000
Joy	RRT-60	772 à 273	140-178-219	61	6 et 9					25 à 140		16,8-26		40.000
	RR11 - E	200 à 310	140-178-219-254	46	9	100 cv				27 à 215			238	66.000
Ingersoll-Rand	T 4	200				400 cv			576		16.800			24.000
	DM 4	251							991	160				
	DM 7	317									40.800			15.900
	D 3000	143		12					692		8.620			27.200
	D 6000	200		18					1730		18.140			
Wirth	S 2 R	82 à 150	73,5 - 89		6	85 cv	chenilles/*kettingen*	2,5	460	0 à 120	10.000	32 à 65	140	20.160
Atlas Copco	Rotamec 1300	152 à 200	114		6,25		pneus/*banden*		553 à 1172	20 à 23				

D'après la firme, ces sondeuses forent à des vitesses commerciales de 20 à 25 m/h en calcaire moyennement dur et de 30 à 40 m/h en calcaire tendre (1000 kg/cm^2) avec des vitesses instantanées de 0,50 à 2 m/min.

Nous avons assisté au travail d'une telle sondeuse en calcaire de dureté faible (870 kg/cm^2) :

— la vitesse instantanée moyenne y était de 0,33 m/min ;
— l'ajout d'une tige de 4 m prenait 43 s ;
— le relevage et l'enlèvement de 3 tiges prenaient 2 min 4 s ;
— le changement de trou à trou 4 min 11 s ;
— le changement de taillant 50 s,

ce qui donne une vitesse commerciale de 16 m/h. On y fore généralement 18 trous de 12 mètres de profondeur par poste de 8 heures. Le diamètre de forage est de 95 mm.

Dans une autre partie de la carrière où le calcaire était plus dur (1.600 kg/cm^2), cette sondeuse forait à une vitesse commerciale de 9,60 m/h.

Les tiges de ces sondeuses sont disposées dans un magasin à barillet ; ce barillet présente les tiges à mesure de la progression du forage et permet le réemmagasinage des tiges lors de la remontée du train de tiges.

La mise en place, la fixation et le démontage des tiges s'effectuent au moyen de pinces à sondage hydraulique, comme on peut le voir sur la figure 2.

Les taillants, qui sont à trois étages, doivent être réaffûtés après 24 ou 36 m de forage suivant la dureté du calcaire. Le prix d'un taillant est de 3.600 F et le coût d'un réaffûtage est de 90 F ; ces couronnes sont réaffûtées 20 à 25 fois.

Le compresseur nécessaire pour évacuer les débris est monté sur la sondeuse (débit nécessaire : 8 m^3/min à une pression de 7 kg/cm^2).

Volgens de firma boren deze machines tegen een gemiddelde snelheid van 20 tot 25 m/h in gemiddeld harde kalksteen en 30 tot 40 m/h in zachte kalksteen (1000 kg/cm^2) met een momentsnelheid van 0,50 à 2 m/min.

Wij hebben een dergelijke boormachine zien werken in kalksteen van een geringe vastheid (870 kg/cm^2) :

— de gemiddelde momentsnelheid bedroeg er 0,33 m/min ;
— het aansluiten van een stang van 4 m nam 43 s in beslag ;
— het omhoog halen en uitnemen van 3 stangen duurde 2 min 4 s ;
— voor het rijden van het ene naar het andere gat waren 4 min 11 s nodig ;
— in 50 s werd een boorkop gewisseld.

Hieruit resulteert een gemiddelde snelheid van 16 m/h. In één dienst van 8 uur worden over het algemeen 18 gaten met een diepte van 12 m geboord. De boordiameter bedraagt 95 mm.

In een ander gedeelte van de groeve met hardere kalksteen (1.600 kg/cm^2) lag de gemiddelde snelheid van deze boormachine op 9,60 m/h.

De stangen van deze boormachines worden in een trommel opgeslagen ; deze trommel brengt de stangen aan naarmate de boring vordert en kan dienen om de stangen opnieuw op te bergen als ze uit het boorgat zijn opgehaald.

Het inbrengen, het vastzetten en het demonteren van stangen gebeurt d.m.v. hydraulische boortangen waarvan een afbeelding op fig. 2.

De boorkoppen die drie trappen hebben, moeten, al naargelang van de hardheid van de kalksteen, na 24 of 36 m boren worden nageslepen. Een boorkop kost 3.600 BF en het naslijpen ervan 90 BF. Deze kronen kunnen 20 tot 25 maal worden nageslepen.

De compressor voor het afvoeren van het gruis is op de boormachine gemonteerd (vereiste capaciteit : 8 m^3/min bij een druk van 7 kg/cm^2).

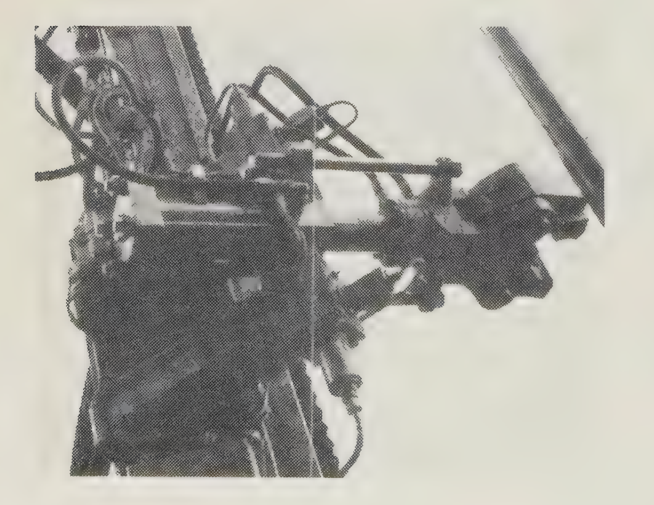


Fig. 2 — Pinces de serrage à commande automatique utilisées pour le vissage et le dévissage des tiges dans une sondeuse Salzgitter

Automatisch bestuurde klemtangen voor het aan- en losschroeven van stangen in een Salzgitter-boormachine

Le prix d'une sondeuse de ce type est de 6 millions de francs sans les tiges et sans taillant. Le diamètre des tiges de 4 m de longueur est de 76 mm. Cette sondeuse permet de forer des trous de 120 mm de diamètre jusqu'à une profondeur de 60 à 90 m et des trous de 140 mm de diamètre jusqu'à 40 m. Le poids de l'engin est de 11,2 t.

La figure 3 montre une sondeuse rotative Salzgitter LB/A2720 équipée avec des tiges de 27 m de longueur.

Een boormachine van dit type kost 6 miljoen BF, exclusief stangen en boorkoppen. Deze 4 m lange stangen hebben een diameter van 76 mm. Met deze machine kunnen gaten met 120 mm diameter tot op een diepte van 60 à 90 m worden geboord en gaten met 140 mm diameter tot op een diepte van 40 m. De machine weegt 11,2 ton.

Figuur 3 is een afbeelding van een draaiboormachine Salzgitter LB/A 2720 die met stangen van 27 m lang is uitgerust.

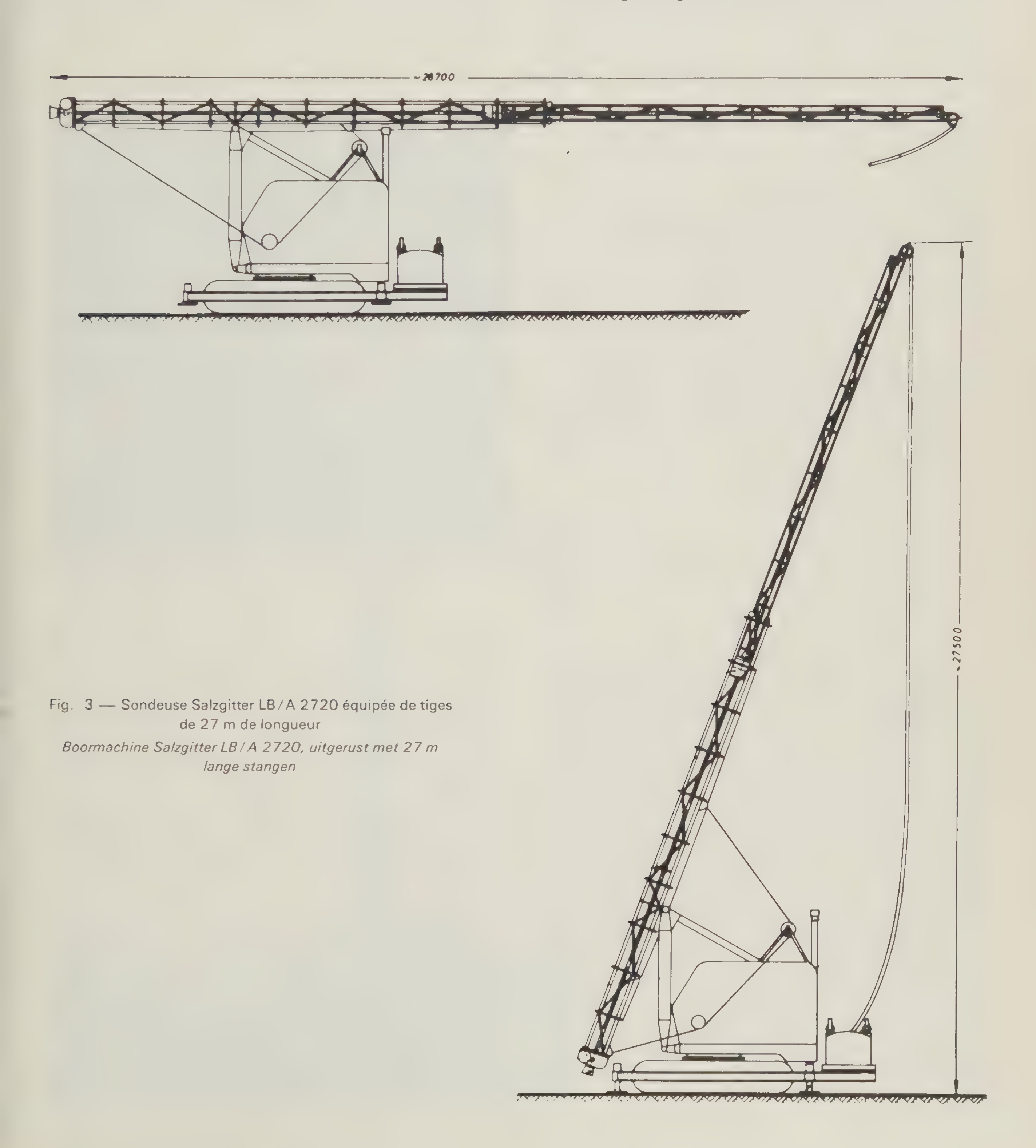


Fig. 3 — Sondeuse Salzgitter LB/A 2720 équipée de tiges de 27 m de longueur

Boormachine Salzgitter LB/A 2720, uitgerust met 27 m lange stangen

3.2. *Sondeuses Hausherr*

La firme Hausherr fabrique toute une gamme de sondeuses rotatives dont deux types sont spécialement destinés aux forages en carrières : HBM 80 et HBM 120 (tableau II).

Dans les carrières de calcaire belges, il y a 4 sondeuses rotatives Hausherr HBM 120 (fig. 4) en service. Le diamètre de forage est de 90 mm dans deux carrières et de 110 mm dans une autre carrière ; le prix de cette sondeuse complète est de 7,5 millions de francs.

3.2. *Boormachines Hausherr*

Van de diverse door Hausherr gefabriceerde draaiboormachines zijn er twee die in het bijzonder voor het boren in groeven werden ontworpen : de HBM 80 en de HBM 120 (zie tabel II).

In de Belgische kalksteengroeven zijn er 4 draaiboren Hausherr HBM 120 (fig. 4) in bedrijf. In twee groeven bedraagt de boordiameter 90 mm en in een andere 110 mm. Deze machine kost, alles inbegrepen, 7,5 miljoen BF.

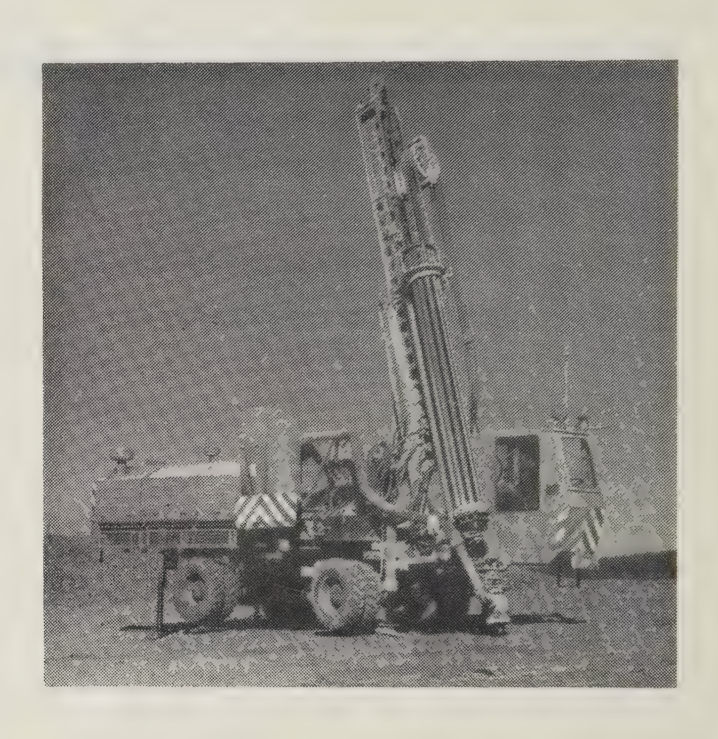


Fig. 4 — Sondeuse Hausherr HBM 120
Boormachine Hausherr HBM 120

A la carrière Dumont-Wautier, la vitesse instantanée atteinte avec cette sondeuse est de 0,50 m/min et la vitesse commerciale de 16 m/h. Les exploitants estiment à 76 % seulement les longueurs des trous qui peuvent être forés économiquement avec cette sondeuse dans cette carrière. A la carrière allemande Hönethal (calcaire d'environ 1.600 kg/cm^2), la vitesse de foration commerciale moyenne est de 21 m/h (moyenne calculée tous les mois et comprenant les pannes).

Les compresseurs qui équipent ces sondeuses ont un débit d'air comprimé de 8 à 12 m^3/min à une pression de 9 à 10 kg/cm^2 ; si l'on prévoit l'utilisation de marteaux « fond de trou », la sondeuse peut être équipée d'un compresseur donnant de l'air à une pression de 17 kg/cm^2. Les tiges sont aussi disposées dans un magasin à barillet. Le capteur de poussières possède une capacité d'aspiration de 1.500 m^3/h.

In de groeve Dumont-Wautier werd met deze boormachine een momentsnelheid van 0,50 m/min en een gemiddelde snelheid van 16 m/h bereikt. Volgens de uitbaters kan slechts 76 % van de lengte van de gaten met deze machine economisch worden geboord in deze groeve. In de Duitse groeve Hönethal (kalksteen van ongeveer 1.600 kg/cm^2) bedraagt de gemiddelde boorsnelheid 21 m/h (een gemiddelde dat over alle maanden en inclusief alle defecten is berekend).

De persluchtcapaciteit van de compressoren op deze boormachines bedraagt 8 tot 12 m^3/min bij een druk van 9 tot 10 kg/cm^2. Als men « gathamers » wil gebruiken, kan de boormachine uitgerust worden met een compressor die lucht levert bij een druk van 17 kg/cm^2. De stangen worden eveneens opgeborgen in een trommel. De boorstof-afzuiger heeft een afzuigcapaciteit van 1.500 m^3/h.

Ces sondeuses sont pourvues de transmissions hydrauliques avec pompes à débit variable permettant de régler la poussée et la vitesse de rotation de l'outil tout en gardant un couple maximum constant ; ce réglage permet d'adapter les paramètres de forage au type d'outil de coupe, au diamètre du trou et à la nature des terrains traversés. Cette centrale hydraulique comporte trois pompes dont deux à débit variable et une à trois prises à débit constant.

Deze boormachines hebben een hydraulische krachtoverbrenging met pompen met een variabel vermogen waarmee de aandrukkracht en de draaisnelheid van het apparaat bij behoud van een vast maximumkoppel kan worden geregeld. Deze afstelling maakt het mogelijk de boorparameters aan te passen aan de boorkop, aan de gatdiameter en aan de aard van het doorboorde gesteente. Deze hydraulische centrale omvat drie pompen : twee ervan met een wisselende capaciteit en één waarbij op drie niveaus een vast debiet kan worden ingesteld.

3.3. *Sondeuses Joy*

La société américaine Joy fabrique une série de sondeuses rotatives, telles les RRT 60, RR 11.

La figure 5 montre une sondeuse rotative Joy RRT 60 qui présente l'avantage d'avoir le moteur de rotation des tiges au bas du mât, ce qui permet d'exercer un couple plus élevé et d'avoir ainsi un mât plus léger.

Le compresseur de la sondeuse RRT 60 fournit de l'air comprimé à une pression de 8,5 kg/cm^2 avec un débit de 22,7 m^3/min, tandis que le débit du compresseur de la sondeuse plus puissante (RR 11-E) est de 33,3 m^3/min à une pression de 8,5 kg/cm^2.

3.3. *Boormachines Joy*

Tot de produktie van de Amerikaanse onderneming Joy behoren een serie draaiboormachines als de RRT 60 en de RR 11.

Op figuur 5 staat een draaiboormachine Joy RRT 60 afgebeeld : ze biedt het voordeel dat de motor voor het draaien van de stangen onderaan de boorarm is gemonteerd zodat een hoger koppel mogelijk is evenals een lichtere boorarm.

De compressor van de boormachine RRT 60 levert perslucht bij een druk van 8,5 kg/cm^2 met een capaciteit van 22,7 m^3/min. De capaciteit van de compressor van de krachtiger boormachine RR 11-E bedraagt 33,3 m^3/min bij een druk van 8,5 kg/cm^2.



Fig. 5 — Sondeuse Joy-Robbins RR 11, équipée d'un mât très léger
Met een zeer lichte mast uitgeruste boormachine Joy-Robbins RR 11

3.4. *Sondeuses Ingersoll-Rand*

La société américaine Ingersoll-Rand fabrique des sondeuses rotatives de type T4, T5, DM 4, DM 6, DM 7, D 3000, D 4000, D 5000 (voir quelques caractéristiques au tableau II).

Les sondeuses Damco de type D 3000, D 4000 et D 5000 (fig. 6) sont équipées de longs mâts, ce qui permet la foration de trous d'une profondeur allant jusqu'à 18 m avec une tige unique.

La tige traverse la table de rotation qui se trouve en bas du mât, cette position de la commande de la rotation permet de simplifier le mât qui ne doit plus reprendre les réactions dues à la rotation. Pour assu-

3.4. *Boormachines Ingersoll-Rand*

De Amerikaanse vennootschap Ingersoll-Rand produceert draaiboormachines van het type T4, T5, DM4, DM6, DM7, D3000, D4000 en D5000 (in tabel II worden enkele kenmerken ervan aangegeven).

De Damco-boormachines — type D3000, D4000 en D5000 (fig. 6) — hebben een lange boorarm waarmee tot 18 m diepe gaten met één enkele stang kunnen worden geboord.

De stang loopt door de draaitafel die onderaan de boorarm is gemonteerd : door deze opstelling van de bediening van de draai-installatie kan men het met een eenvoudiger boorarm doen want deze hoeft de

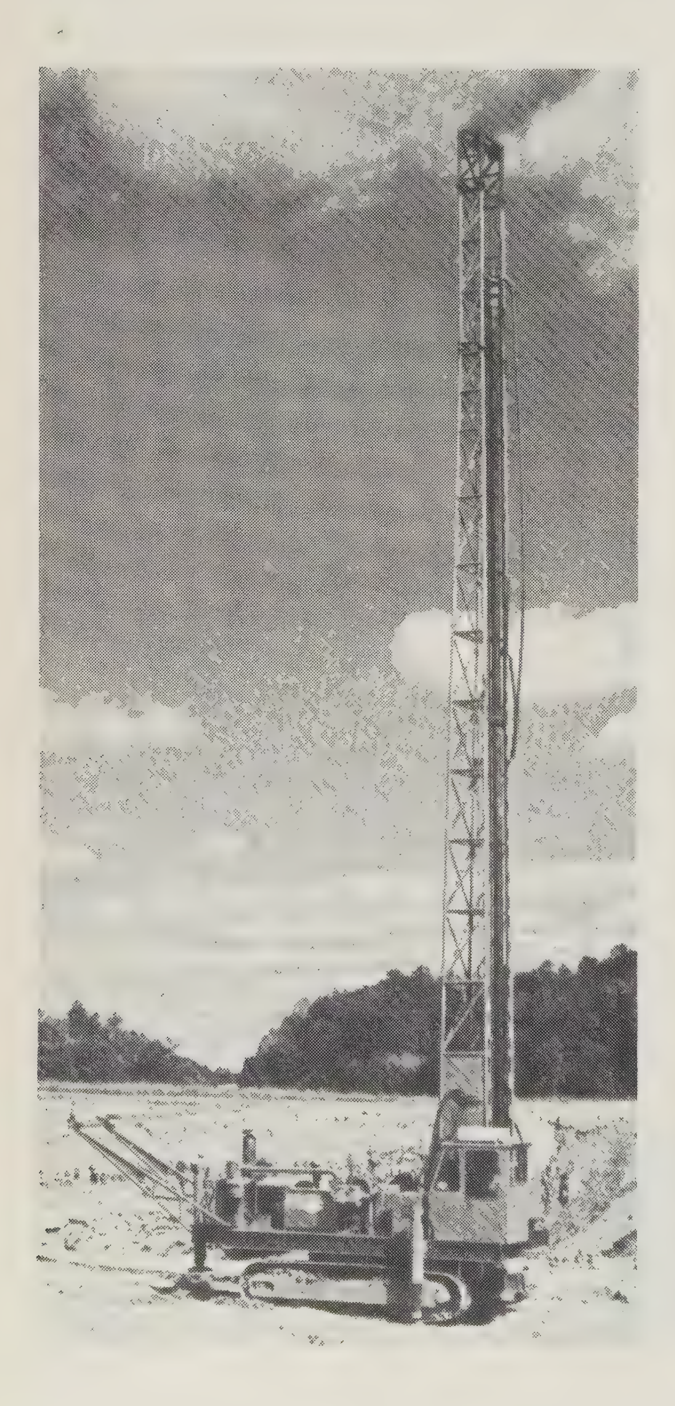


Fig. 6 — Sondeuse Ingersoll-Rand de type D 5000 équipée d'un long mât, ce qui permet la foration de trous de 18 m de profondeur avec une tige unique

Boormachine Ingersoll-Rand van het type D 5000, uitgerust met een lange mast waardoor 18 m lange gaten d.m.v. één enkele stang kunnen worden geboord

rer sa rotation, la tige est pourvue de 3 saignées longitudinales.

La poussée est transmise en haut de la tige par deux chaînes dont la commande de la translation se trouve aussi au pied du mât. Il y a deux guides le long de la tige pour empêcher son flambage.

Le taillant est à plaquettes en carbure de tungstène dans le cas d'un diamètre de forage de 70 à 150 mm et à tricônes pour les diamètres de 150 à 200 mm.

Le prix de cette sondeuse, qui pèse 18 t, est de 7 à 8 millions ; le compresseur nécessaire à la remontée des débris doit avoir un débit de 9,4 m^3/min à une pression de 10 kg/cm^2.

La vitesse instantanée de forage est de 3,60 m/min et la vitesse commerciale d'un trou de 15 m de profondeur et d'un diamètre de 125 mm est de 24 m/h.

La vitesse instantanée du forage diminue avec le diamètre ; elle est de 3,70 m/min avec un diamètre de 65 mm, de 2,60 m/min avec un diamètre de 121 mm et de 2,50 m/min avec un diamètre de 200 mm.

La limite de dureté des roches que cette sondeuse peut forer dépend du diamètre et du taillant ; elle est de :

— 1.600 kg/cm^2 avec un taillant en carbure de tungstène de 100 mm de diamètre ;
— 1.900 kg/cm^2 avec un tricône de 150 mm de diamètre ;
— 4.000 kg/cm^2 avec un tricône de 320 mm de diamètre.

Ce type de sondeuse, répandu aux Etats-Unis, commence à être livré en Europe.

reacties als gevolg van de draaiing niet meer op te vangen. Voor de rotatie van de stang zorgen 3 langssneden in de stang.

De aandrukkracht wordt bovenop de stang overgebracht d.m.v. twee kettingen waarvan de overbrengingsbediening ook aan de voet van de boorarm is gemonteerd. Langs de stang lopen twee geleiders om het knikken ervan tegen te gaan.

Op de boorkop zitten plaatjes van wolframcarbid in geval van een diameter van 70 tot 150 mm, en triconussen voor diameters van 150 tot 200 mm.

Deze boormachine — gewicht 18 t — kost 7 tot 8 miljoen BF. De compressor voor het ophalen van het boorstof moet een capaciteit van 9,4 m^3/min hebben bij een druk van 10 kg/cm^2.

De momentele boorsnelheid is 3,60 m/min en de gemiddelde snelheid van een 15 m diep gat met 125 mm diameter bedraagt 24 m/h.

De momentsnelheid neemt af met de diameter : ze bedraagt 3,70 m/min voor een diameter van 65 mm, 2,60 m/min voor een diameter van 121 mm en 2,50 m/min voor een diameter van 200 mm.

Diameter en boorkop zijn bepalend voor de hardheidsgrens van het gesteente dat met deze machine kan worden doorboord ; deze grenzen zijn :

— 1.600 kg/cm^2 met een boorkop van wolframcarbid met 100 mm diameter ;
— 1.900 kg/cm^2 met een triconus met 150 mm diameter ;
— 4.000 kg/cm^2 met een triconus met 320 mm diameter.

Dit type boormachine dat in de Verenigde Staten reeds verspreid is, zal nu ook in Europa worden geleverd.

3.5. *Sondeuse Wirth*

La firme allemande Wirth s'est spécialisée depuis de nombreuses années dans la livraison de sondeuses pour trous de petits à grands (2.600 mm) diamètre.

C'est ainsi que la carrière de Seilles de la société Carmeuse a acheté il y a plus de dix ans six sondeuses du type H563 (fig. 7) forant des trous de 82 à 92 mm de diamètre jusqu'à une profondeur de 40 à 55 m.

Depuis lors, de nombreux progrès ont été apportés aux sondeuses Wirth et la sondeuse la plus récente est la S2R (fig. 8). Plusieurs sondeuses de ce type viennent d'être mises en service à la carrière de calcaire de Wülfrath où la vitesse commerciale du forage de 50 trous de 20 m de profondeur d'un diamètre de 150 mm a atteint 34 m/h.

3.5. *Boormachines Wirth*

Sedert vele jaren heeft de Duitse firma Wirth zich gespecialiseerd in de levering van boormachines voor gaten met kleine tot grote (2.600 mm) diameter.

Zo heeft de groeve van Seilles van de Société Carmeuse reeds meer dan tien jaar geleden zes boormachines van het type H 563 (fig. 8) gekocht : hiermee kunnen 40 tot 55 m diepe gaten met een doormeter van 82 à 92 mm worden geboord.

Sedertdien zijn de Wirth-boormachines op talrijke punten verbeterd en de recentste is de S2R (fig. 7). Verscheidene boormachines van dit type zijn zopas in de kalksteengroeve van Wülfrath in gebruik genomen ; de gemiddelde snelheid voor het boren van 50 gaten van 20 m diep met een diameter van 150 mm ligt er op 34 m/h.



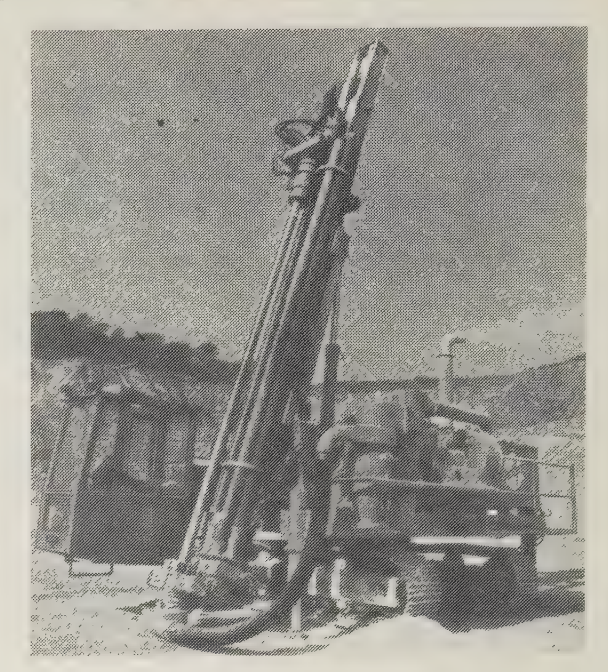


Fig. 7 — Sondeuse Wirth de type HS 63
Wirth-boormachine van het type HS 63

Fig. 8 — Nouvelle sondeuse Wirth de type S 2 R, entièrement mécanisée, avec cabine climatisée pour l'opérateur
Nieuwe boormachine Wirth van het type S 2 R, volledig gemechaniseerd en met een geklimatiseerde cabine voor de bestuurder

Le dépoussiéreur de cette sondeuse entièrement automatisée a une capacité de 150 mg/m^3 ; la vidange des poussières accumulées se commande à partir de la cabine. Le niveau sonore de cette sondeuse en pleine opération de forage ne dépasse pas 80 dB. Le compresseur incorporé livre l'air nécessaire au soufflage des débris de forage à une pression de 7 kg/cm^2 avec un débit de 16 m^3/h.

Le prix de cette sondeuse S2R est d'environ 7,5 millions de francs.

3.6. *Sondeuses Atlas Copco*

La société suédoise Atlas Copco a mis sur le marché quelques sondeuses rotatives dont les Rotamec 1.300, 1.500, 1.800 et 2.200.

Ces sondeuses sont équipées pour le forage de trous de 102 à 250 mm de diamètre ; certaines sont montées sur pneus, d'autres sur chenilles. Le com-

De ontstoffingsinstallatie van deze volledig geautomatiseerde boormachine heeft een capaciteit van 150 mg/m^3 ; het verwijderen van het verzamelde stof wordt vanuit de cabine geregeld. Als deze boormachine volop in bedrijf is, stijgt het geluidsniveau niet uit boven de 80 dB. De ingebouwde compressor levert de nodige lucht voor het uitblazen van het boorgruis bij een druk van 7 kg/cm^2 en een vermogen van 16 m^3/h.

Een S2R-boormachine kost ongeveer 7,5 miljoen BF.

3.6. *Boormachines Atlas Copco*

De Rotamec's 1.300, 1.500, 1.800 en 2.200 zijn enkele van de draaiboormachines die door de Zweedse vennootschap Atlas Copco in de handel zijn gebracht.

Met deze boormachines kunnen gaten met 102 tot 250 mm diameter worden geboord : sommige lopen op banden, andere op rupskettingen. De op de 1.300



Fig. 9 — Sondeuse rotative Atlas Copco de type Rotamec 1300
Draaiboormachine Atlas Copco van het type Rotamec 1300

presseur monté sur la 1.300 donne de l'air à une pression de 10,5 kg/cm² avec un débit de 19,25 m³/min.

La vitesse de rotation des tiges de la 1.300 varie de 10 à 80 tr/min et le couple correspondant varie de 1.172 à 553 kgm.

gemonteerde compressor levert lucht onder een druk van 10,5 kg/cm² met een capaciteit van 19,25 m³/min.

De stangen van de 1.300 draaien tegen een snelheid van 10 tot 80 omw./min en het overeenkomstige koppel varieert van 1.172 tot 553 kgm.

4. *DESCRIPTION DE QUELQUES SONDEUSES PERCUTANTES SUR GLISSIERES*

A notre connaissance, il doit y avoir en service dans les carrières belges :

- 5 sondeuses pneumatiques Ingersoll-Rand ;
- 9 sondeuses pneumatiques Atlas-Copco ;
- 3 sondeuses pneumatiques Gardner Denver.

Malgré les progrès importants qui ont été récemment apportés dans le domaine du forage percutant par l'introduction de la commande hydraulique de ces engins, aucun de ces nouveaux types d'appareils n'est encore en service dans les carrières belges ; plusieurs essais ont seuls été effectués jusqu'à présent.

Niveau sonore

Un avantage non négligeable de la commande hydraulique est de diminuer le niveau sonore du forage, grâce en partie à la suppression du bruit dû à l'échappement de l'air comprimé. Une source de bruit n'a pas encore été évitée : le choc du piston contre l'emmanchement du train de barres.

Le graphique de la figure 10 établi par Atlas Copco indique le niveau sonore mesuré à une distance de 1 m du marteau perforateur dans le cas de marteaux à commande pneumatique et dans le cas de marteaux à commande hydraulique.

4. *BESCHRIJVING VAN ENKELE SLAGBOORMACHINES OP GLIJRAILS*

Voor zover wij weten, zijn de volgende machines in bedrijf in Belgische groeven :

- 5 pneumatische boormachines Ingersoll-Rand ;
- 9 pneumatische boormachines Atlas Copco ;
- 3 pneumatische boormachines Gardner Denver.

Alhoewel de laatste tijd grote vooruitgang werd geboekt inzake het slagboren door het invoeren van de hydraulische besturing van deze machines, is er in de Belgische groeven nog geen enkel type van deze nieuwe apparaten in bedrijf. Tot nog toe beperkte zich alles tot enkele proeven.

Geluidsniveau

De hydraulische besturing biedt het niet te onderschatten voordeel het geluidsniveau van het boren te verlagen o.m. dankzij het feit dat er geen perslucht meer ontsnapt. Eén geluidsbron kon nog niet worden omzeild : de slag van de zuiger tegen het stangenomhulsel.

Op de door Atlas Copco opgestelde grafiek van figuur 10 kan het geluidsniveau worden afgelezen dat werd opgemeten op een afstand van 1 m van de slaghamer bij pneumatisch bediende hamers en bij hydraulisch bediende hamers.

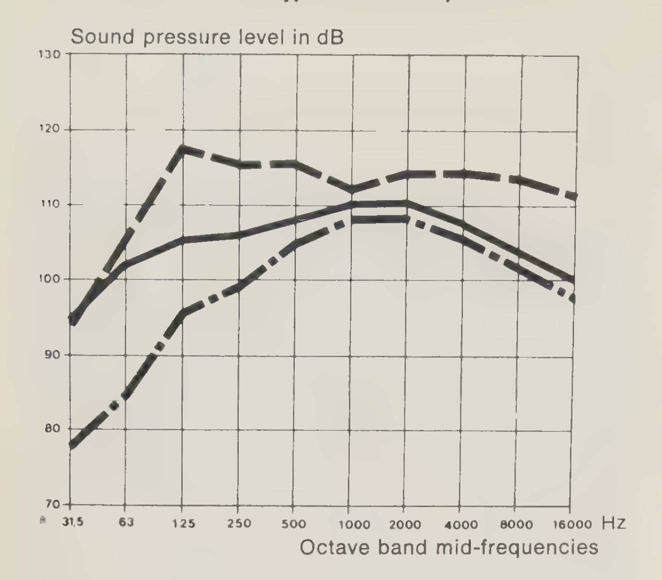


Fig. 10 — Graphique, établi par Atlas Copco, donnant le niveau sonore mesuré à 1 m du marteau; la courbe la moins favorable se rapporte à un marteau habituel à commande pneumatique; la deuxième courbe se rapporte à un marteau à commande pneumatique mais équipé d'un silencieux; la courbe la plus favorable se rapporte à un marteau perforateur à commande entièrement hydraulique

Door Atlas Copco opgestelde grafiek waarop het op 1 m van de hamer gemeten geluidsniveau is uitgezet. De minst gunstige kromme betreft een gewone, pneumatisch gestuurde hamer. De tweede kromme slaat op een pneumatisch gestuurde hamer waarop een geluiddemper werd aangebracht. De gunstigste kromme duidt het geluid aan van een volledig hydraulisch bediende boorhamer

Meilleure transmission de l'énergie de frappe grâce à l'hydraulique

Nous avons signalé précédemment que les engins percutants à commande pneumatique ne peuvent forer de longs trous par suite de la déperdition rapide de l'énergie de frappe avec la longueur et avec le nombre de raccords entre barres. L'introduction de l'hydraulique a permis d'améliorer fortement la transmission de l'énergie de frappe.

L'énergie de frappe est transmise du piston au taillant par le système emmanchement-manchon-train de barres. Le poids, la forme et la vitesse de déplacement du piston jouent donc un rôle déterminant dans la qualité de la transmission et dans la longévité des barres et des éléments intermédiaires.

Par suite de la faible pression de l'air comprimé, les pistons des marteaux à commande pneumatique (à gauche sur la figure 11) doivent avoir un grand diamètre. Avec l'introduction de la commande hydraulique, les ingénieurs de la société Montabert ont étudié le problème de la transmission de l'énergie du piston jusqu'au taillant et ont d'abord observé que la perte d'énergie est d'autant plus faible que le diamètre du piston se rapproche du diamètre des barres (au milieu de la figure 11) ; ces ingénieurs ont ensuite poussé plus loin la recherche et ont constaté que la perte d'énergie est plus faible si le piston est plus long (à droite de la figure 11). Cette forme modifiée du piston assure une transmission plus régulière de l'énergie de frappe sans entraîner de rupture de barres.

La pression élevée de l'huile transmet des contraintes élevées à l'acier des barres, mais à des valeurs inférieures à la contrainte de rupture et sans

Een betere overbrenging van de slagenergie dank zij de hydraulica

Hiervoor hebben wij reeds aangestipt dat slagapparaten met pneumatische aandrijving geen diepe gaten kunnen boren omdat ze met de lengte en het aantal stangkoppelingen snel slagenergie verliezen. Door de toepassing van de hydraulica kon het overbrengen van slagenergie aanmerkelijk worden verbeterd.

De slagenergie wordt van de zuiger overgebracht op de boorkop via het systeem koppeling-huls-stangen. Gewicht, vorm en verplaatsingssnelheid spelen dus een determinerende rol inzake kwaliteit van de overdracht en inzake levensduur van de stangen en van de tussenelementen.

Als gevolg van de lage druk van de perslucht moeten de zuigers van de pneumatisch gestuurde hamers (links op fig. 11) een grote doormeter hebben. Met de invoering van de hydraulische aandrijving gingen ingenieurs van de vennootschap Montabert het probleem van de energie-overdracht van zuiger op boorkop bestuderen en stelden hierbij allereerst vast dat het energie-verlies des te geringer is naarmate de diameter van de zuiger de diameter van de stangen benadert (midden fig. 11). Deze ingenieurs hebben het onderzoek dan nog grondiger aangepakt en zijn tot de vaststelling gekomen dat het energieverlies afneemt met de lengte van de zuiger (rechts op fig. 11). Deze gewijzigde vorm van de zuiger zorgt voor een regelmatiger overbrenging van de slagenergie terwijl breuken van stangen uitblijven.

De hoge druk van de olie brengt een hoge spanning over op het staal van de stangen maar deze blijft onder de breukspanning en zonder stoten te veroor-

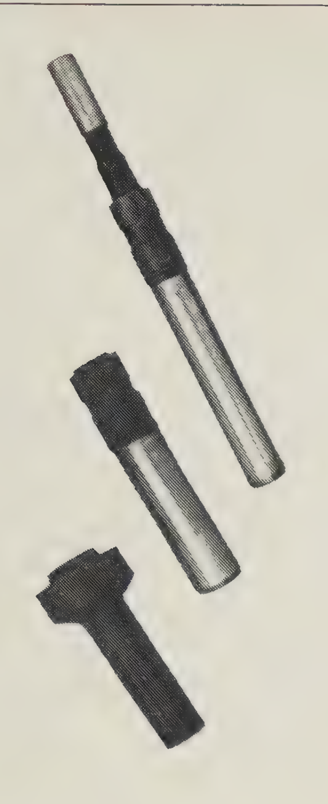


Fig. 11 — Dimensions et forme des pistons utilisés dans les marteaux-perforateurs; le piston pour les marteaux à commande pneumatique doit avoir un grand diamètre à cause de la faible pression de l'air comprimé. Les deux autres pistons ont été successivement utilisés dans les marteaux à commande hydraulique : piston court d'un diamètre proche de celui des barres de forage, puis piston de même diamètre mais plus long

Afmetingen en vorm van de zuigers die bij boorhamers worden gebruikt. De zuiger voor de pneumatisch bediende hamers moet een grote diameter hebben wegens de lage druk van de perslucht. De twee andere zuigers worden achtereenvolgens gebruikt voor hydraulisch bediende hamers : eerst een korte zuiger met een diameter die ongeveer gelijk is aan die van de boorstangen, en daarna een zuiger met dezelfde diameter maar langer

provoquer des à-coups. L'amélioration de la qualité des pistons a permis à la société Montabert d'augmenter la pression de l'huile.

Grâce à cette technique, il a été possible de forer un trou de 270 m de profondeur avec rinçage à l'eau à haute pression. En calcaire de dureté moyenne, on fore régulièrement des trous de 150 m en un poste à un diamètre de 64 mm. Il y a malgré tout une légère perte dans la transmission de l'énergie de frappe ; c'est ainsi que, s'il faut 1,5 min pour le forage de la première tige, il faut environ 3 min pour le forage d'une tige à une profondeur de 30 m et plus de 5 min pour le forage d'une tige à 100 m de profondeur.

Nouveaux tubes pour améliorer le forage percutant

La figure 12 montre les nouveaux tubes fabriqués par Gardner-Denver pour équiper les marteaux-perforateurs sur glissières.

Le dessin en bas à droite montre les barres habituelles utilisées avec le forage percutant ; c'est ainsi que les barres équipant les sondeuses percutantes Montabert n'ont que 38 et 44 mm de diamètre ; la nécessité de remonter les déblais à une vitesse acceptable limite le diamètre de forage de ces engins à 102 mm.

Le dessin du milieu en bas montre que les tubes de plus grand diamètre diminuent fortement l'espace annulaire entre le terrain et les tubes, ce qui permet

zaken. De verbetering van de kwaliteit van de zuigers heeft de vennootschap Montabert in staat gesteld de oliedruk op te drijven.

Dank zij deze techniek kon met waterspoeling onder hoge druk een 270 m diep gat worden geboord. In gemiddeld hard kalkgesteente worden geregeld gaten van 150 m met 64 mm diameter geboord in één dienst. Maar ondanks alles is er toch een licht energieverlies bij het overbrengen van slagenergie : is er voor de boring van de eerste stang 1,5 min nodig, dan vergt het inbrengen van een stang op een diepte van 30 m ongeveer 3 minuten en dit wordt meer dan 5 minuten als op een diepte van 100 m wordt geboord.

Nieuwe buizen ter verbetering van het slagboren

Op figuur 12 zijn de nieuwe buizen van Gardner-Denver voor hamerboormachines op glijrails afgebeeld.

Onderaan rechts op de figuur zijn de stangen getekend die gewoonlijk bij ht slagboren worden gebruikt. Zo hebben de stangen van de slagboormachines Montabert maar 38 en 44 mm diameter. Omdat het gruis tegen een aanvaardbare snelheid moet worden opgehaald, ligt de boordiametergrens van deze machines op 102 mm.

De tekening midden onderaan toont dat de buizen met een grotere diameter de ringvormige ruimte tussen gesteente en buizen drastisch verminderen

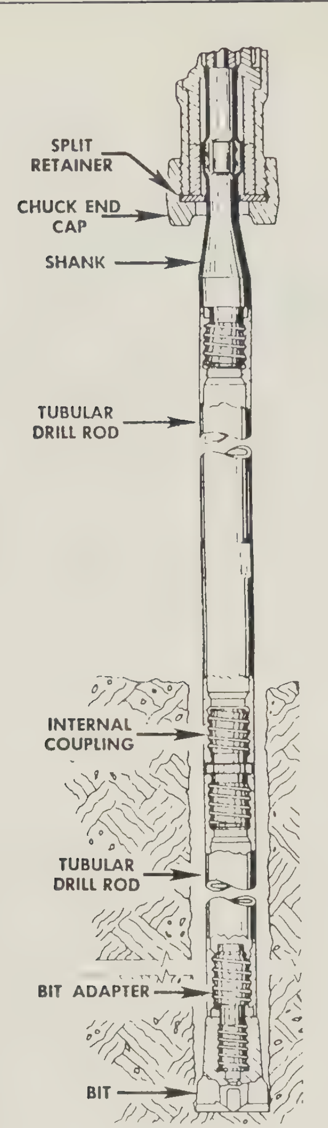
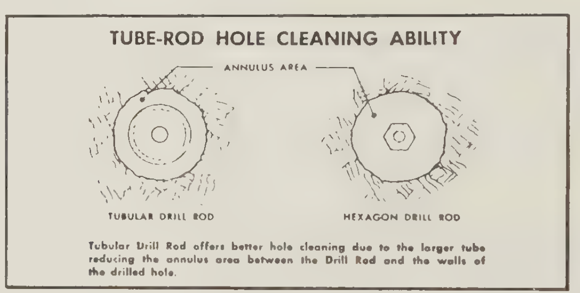


Fig. 12 — Tubes Gardner-Denver utilisés pour améliorer le forage percutant. En bas à droite, une barre utilisée habituellement pour ce forage. En bas au milieu, le nouveau type de tubes Gardner-Denver

Gardner-Denver-buizen voor een betere slagboring. Rechts onderaan een stang die gewoonlijk voor deze boring wordt gebruikt. Midden onderaan het nieuwe type - buizen van Gardner-Denver



de forer des trous de plus grand diamètre. Ces tubes sont à filets intérieurs, ce qui facilite l'évacuation des débris et empêche tout coincement du train de tubes lors de la remontée. Le diamètre extérieur de ces tubes est de 62 et de 75 mm.

Ces tubes, qui sont plus rigides que les tiges, permettent de diminuer la déviation des trous. Ils permettent aussi de forer des trous plus profonds.

D'autre part, la surface de contact d'un tube à l'autre est plus grande, ce qui diminue encore les pertes d'énergie le long du train de tubes.

Utilisation de mousse

Une autre possibilité pour augmenter le diamètre de forage est d'ajouter à l'air comprimé de l'eau et de la mousse. Ce mélange permet de diminuer fortement

waardoor het mogelijk is gaten met een grotere diameter te boren. Deze buizen hebben een schroefdraad aan de binnenzijde waardoor gruis gemakkelijker kan worden afgevoerd. Hierdoor komt het buizenstel ook niet meer vast te zitten bij het ophalen. De buitendiameter van deze buizen bedraagt 62 en 75 mm.

Met deze buizen, stijver dan de stangen, kan de afbuiging van de gaten verminderen. Ze maken het ook mogelijk diepere gaten te boren.

Anderzijds is het contactoppervlak tussen de buizen groter wat het energieverlies langs het buizenstel nog vermindert.

Gebruik van schuim

Een andere mogelijkheid om tot een grotere boordiameter te komen bestaat in het toevoegen van water en schuim aan de perslucht. Dit mengsel maakt

la vitesse nécessaire pour remonter les débris de forage. Cette vitesse ascensionnelle, qui est de 20 m/s avec de l'air, passe à 2 m/s en cas de mélange d'air et de mousse et à 0,50 m/s dans le cas d'un mélange d'air, de mousse et d'eau. La mousse permet aussi de stabiliser les parois du trou en terrains fracturés.

het mogelijk de voor het ophalen van het boorsel vereiste snelheid drastisch te verminderen. Deze stijgsnelheid — 20 m/s met lucht — gaat van 2 m/s in geval van een lucht/schuim-mengsel naar 0,50 m/s voor een mengsel van lucht, schuim en water. Met het schuim kunnen tevens de wanden van een gat in breuksteen worden gestabiliseerd.

Quelques nouveaux types de taillants

Des progrès importants ont été réalisés aussi dans le domaine des taillants, entre autres par l'introduction des taillants à picots ou à bouton.

L'Institut Minier de Clausthal a mesuré la consommation spécifique d'énergie en fonction de la vitesse d'impact du piston pour les taillants en croix et pour les taillants à picots.

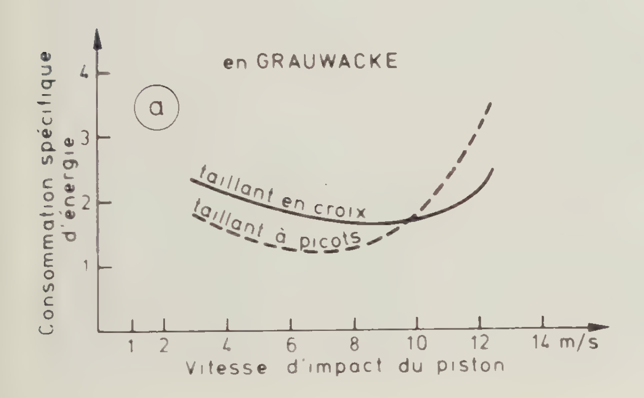
On constate sur les graphiques de la figure 13 que, sauf pour les vitesses élevées du piston, la consommation d'énergie est plus faible dans le cas de roches dures, tels les grauwacke et le granite, avec des taillants à picots.

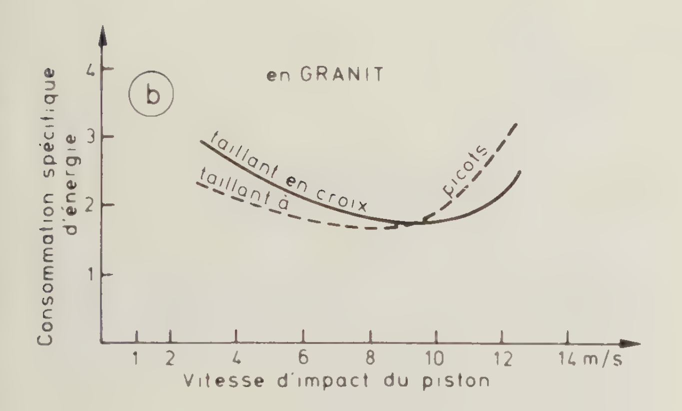
Enkele nieuwe types van boorkoppen

Ook op het gebied van boorkoppen is grote vooruitgang geboekt o.a. door de invoering van de stift- of knopboorkroon.

Het Institut Minier de Clausthal heeft het specifiek energieverbruik gemeten afhankelijk van de slagsnelheid van de zuiger bij boorkoppen met kruissnede en bij knopboorkronen.

Vastgesteld wordt (zie grafieken van fig. 13) dat met knopboorkronen het energieverbruik, behalve bij hoge snelheden van de zuiger, lager is bij hard gesteente zoals grauwacke en graniet.





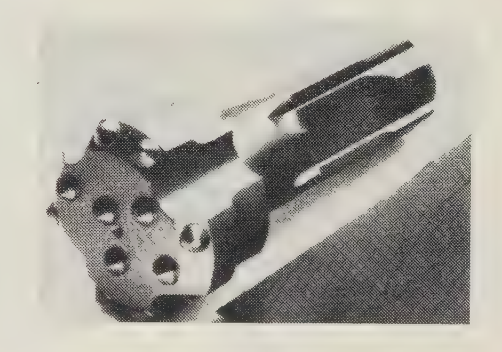


Fig. 13 — Graphiques donnant la consommation d'énergie pour différents types de roches dans le cas de taillants avec pastille de carbure de tungstène et dans le cas de taillants à picots; à droite, un taillant à gros picots

Grafieken waarop het energieverbruik is uitgezet voor diverse gesteentetypes ingeval boorkronen met schijven van wolframcarbid worden gebruikt en ingeval gebruik gemaakt wordt van knopboorkronen

L'utilisation des taillants à picots a pris une très grande extension ; certains préfèrent les picots à grand diamètre et d'autres choisissent de plus nombreux picots à diamètre plus petit. Il semble que les picots à diamètre plus petit soient plus favorables pour les roches à grains fins.

Het gebruik van stift- of knopboorkronen is zeer sterk toegenomen ; sommigen geven de voorkeur aan stiften met grote diameter en anderen verkiezen meer stiften met kleinere doormeter. Naar het schijnt zijn de stiften met kleinere diameter geschikter voor fijnkorrelige gesteenten.

Actuellement, le prix des taillants à picots est semblable au prix des taillants à pastilles, la durée de vie totale des deux types de taillants est aussi assez proche pour l'une et l'autre. Mais, si les taillants à pastilles imposent 10 à 25 affûtages, les taillants à picots ne nécessitent que 3 ou 4 affûtages. La théorie suivant laquelle ces taillants à picots étaient auto-affûtants n'est plus tout à fait admise actuellement.

Signalons aussi qu'il existe des taillants rétro avec des pastilles de carbure orientées vers le haut du trou, ce qui peut faciliter la remontée du train de barres en cas de traversée de roches tendres ou argileuses.

La figure 14 montre un taillant Ingersoll-Rand formé de 3 éléments accolés ensemble. Chaque élément possède une pastille en carbure de tungstène de sorte qu'en cas de bris d'une pastille, il suffit de remplacer l'élément défectueux. L'affûtage des pastilles est aussi plus facile.

Nous décrirons rapidement quelques sondeuses percutantes.

Stiftboorkoppen kosten op dit ogenblik ongeveer hetzelfde als schijfboorkoppen terwijl ook de totale levensduur van beide types nagenoeg gelijk is. Vergen de schijfboorkoppen echter 10 tot 15 naslijpingen, dan volstaat het voor de knopboorkoppen dat ze drie- à viermaal worden nageslepen. De stelling dat deze knopboorkoppen zelfslijpend zijn, wordt momenteel niet helemaal meer aangenomen.

Wij wijzen ook op het bestaan van retroboorkoppen met plaatjes van carbid die naar de top van het gat gericht zijn. Dit kan het optrekken van de stangen vergemakkelijken als door zacht of kleihoudend gesteente wordt geboord.

Fig. 14 is een afbeelding van een Ingersoll-Randboorkop die bestaat uit 3 samengevoegde elementen. Elk element heeft een schijf van wolframcarbid zodat het volstaat het defecte element te vervangen bij breuk van een schijf. Het naslijpen van de schijven is dus ook gemakkelijker.

Hierna volgt een beknopte beschrijving van enkele slagboormachines.

Fig. 14 — Taillant Ingersoll-Rand formé de trois éléments accolés ensemble

Boorkop Ingersoll-Rand die uit drie afzonderlijke delen is opgebouwd

4.1. *Hydrofores Montabert (à commande hydraulique)*

La société Montabert livre sur le marché des sondeuses à commande hydraulique, appelées Hydrofore (fig. 15) ; cette société est la première à avoir mis au point la commande hydraulique pour les marteaux perforateurs. Ces engins ont permis de réduire fortement le prix de revient des trous de mines en carrière.

La puissance maximale absorbée par le marteau et son avanceur est de 50 cv : il faut y ajouter la puissance du compresseur (de 50 à 60 cv pour un débit de 5 m^3/min) nécessaire pour le soufflage des trous de mines. L'Hydrofore, qui demande ainsi une puis-

4.1. *Hydrofores Montabert (hydraulische bediening)*

Tot het leveringsprogramma van de vennootschap Montabert behoren hydraulisch bestuurde boormachines, de zogenaamde « Hydrofore » (fig. 15). Deze maatschappij heeft als eerste de hydraulische besturing voor slaghamers bedrijfsklaar gemaakt. De kostprijs van schietgaten in groeven kon hiermee aanzienlijk worden verminderd.

Hamer en wagen vereisen maximaal een vermogen van 50 pk ; hieraan moet het vermogen van de compressor worden toegevoegd (50 tot 60 pk voor een capaciteit van 5 m^3/min) dat nodig is voor het uitspoelen van de schietgaten. De Hydrofore die dus in

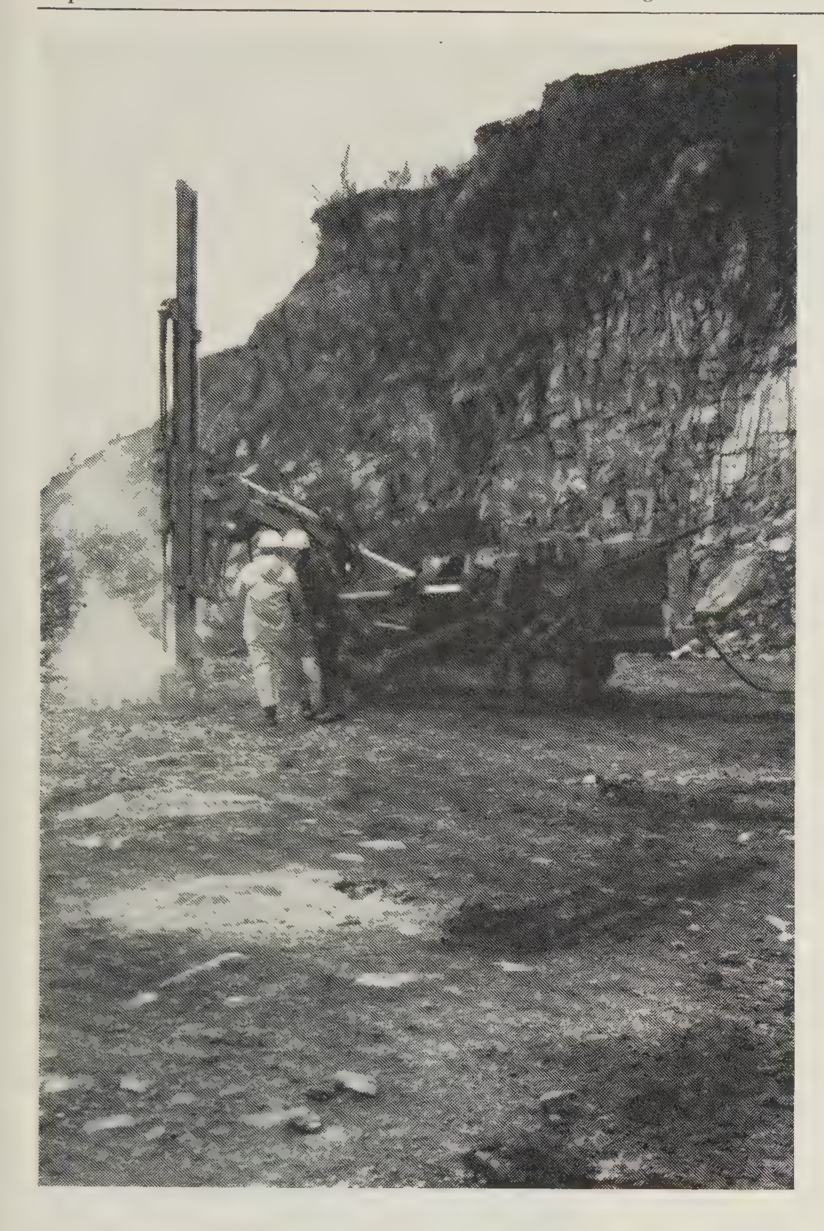


Fig. 15 — Hydrofore Montabert
Hydrofore Montabert

sance totale de 100 à 110 cv, réalise des performances équivalentes à celles d'engins pneumatiques alimentés par des compresseurs de 200 cv.

Les marteaux perforateurs utilisés sont de type H 70 ou H 100. L'utilisation du marteau H 70 est limitée généralement au forage de trous de 15 à 20 m de profondeur à un diamètre de 48 à 75 mm. Le marteau H 100 a permis d'atteindre une profondeur de 270 m.

Les caractéristiques principales du marteau H 100 sont les suivantes :

— puissance énergétique par coup : 50 kgm
— couple de rotation : 120 kgm
— fréquence de frappe : 1.400 coups/min
— vitesse de rotation : 100 tr/min.

totaal een vermogen van 100 tot 110 pk nodig heeft, levert de prestaties van pneumatische machines die door compressoren van 200 pk worden gevoed.

De gebruikte slaghamers zijn van het type H 70 of H 100. Het gebruik van hamer H 70 is over het algemeen beperkt tot het boren van 15 à 20 m diepe gaten met een diameter van 48 tot 75 mm. Met hamer H 100 kon een diepte van 270 m worden bereikt.

Hamer H 100 heeft als voornaamste kenmerken :

— energievermogen per slag : 50 kgm
— draaikoppel : 120 kgm
— slagfrequentie : 1.400 slagen/min
— draaisnelheid : 100 omw./min

Dans ces marteaux, les dispositifs adoptés assurent une répartition automatique de la puissance disponible entre la rotation et l'énergie de frappe.

C'est ainsi que, lorsque le taillant ne touche pas encore la roche, du fait qu'il n'y a pas encore de résistance à l'avancement, le marteau tourne sans frapper.

Lorsque le taillant est appuyé de plus en plus contre la roche, la frappe augmente progressivement jusqu'à la pleine puissance.

Lorsque la pression dans le moteur de rotation augmente, c'est-à-dire lorsque le taillant a des difficultés pour tourner (roches faillées...), la pression dans le système de percussion diminue proportionnellement et cet arrêt peut même être instantané, ce qui empêche tout danger de coincement du train de barres.

Si le taillant pénètre dans une poche d'argile, la pression dans la portée avant du vérin d'avancement diminue ; le marteau continue d'avancer à la vitesse préréglée en frappant seulement quelques coups, ce qui évite tout bouchage des orifices du taillant.

L'avanceur hydraulique à chaîne permet une poussée maximale de 700 kg et un effort au retrait de 2.300 kg.

Le marteau perforateur est alimenté par une pompe à débit constant de 2 × 58 litres/min à une pression de 100 à 210 kg/cm^2 ; la puissance absorbée est de l'ordre de 40 cv. Cette pompe assure aussi la translation de l'engin porteur.

L'alimentation de l'avanceur et du bras est assurée par une pompe à débit variable de 0 à 63 litres/min à une pression de 210 kg/cm^2 ; la puissance absorbée par l'avancement est de 10 cv.

L'engin porteur standard sur chenilles est équipé d'un moteur diesel d'une puissance de 55 ch. Le poids total est de 6 t. Les vitesses de déplacement sont de 1,1 km/h ou de 2,3 km/h.

L'allongement du train de barres se fait à la main, mais cette opération est facilitée par l'emploi d'une lunette à serrage hydraulique. Les barres ont généralement une longueur de 3,05 m ou de 3,66 m à un diamètre de 38 ou 44 mm. Le diamètre de forage varie de 64 à 102 mm.

Une carrière italienne de roche volcanique a mesuré la consommation de gas-oil nécessaire pour la foration de trous de 10 m de profondeur ; celle-ci est de 0,35 litre par mètre foré dont les 2/3 environ pour l'Hydrofore et 1/3 pour l'injection d'air à l'aide d'un compresseur.

Les vitesses de forage réalisées, atteignent 28 m/h en basalte de 3.800 kg/cm^2 et 24 m/h en porphyre de 2.800 à 4.000 kg/cm^2 au lieu de 10 à 12 m/h

Bij deze hamers zorgt aangepaste apparatuur voor een automatische verdeling van het beschikbaar vermogen tussen rotatie en slagenergie.

Zo draait de hamer zonder te slaan, als de boorkop het gesteente nog niet raakt, omdat hij nog geen weerstand ondervindt bij het vooruitschuiven.

Naarmate de boorkop vaster op gesteente stoot, verhoogt het slaan geleidelijk tot op volle kracht.

Als de druk in de rotatiemotor stijgt d.w.z. wanneer de boorkop moeilijkheden ondervindt bij het draaien (breuksteen...), neemt de druk in de slagapparatuur verhoudingsgewijze af en kan zelfs een moment uitvallen waardoor verhinderd wordt dat de stangen zich zouden vastklemmen.

Dringt de boorkop in een kleimassa, dan vermindert de druk in de voorarm van de vijzel ; de hamer blijft vooruitgaan tegen de vooraf geregelde snelheid maar met slechts enkele slagen waardoor een verstopping van de openingen in de boorkop wordt voorkomen.

De hydraulische wagen op rupskettingen kan een maximale aandrukkracht van 700 kg en een uittrekkracht van 2.300 kg ontwikkelen.

De slaghamer wordt gevoed door een pomp met een vaste capaciteit van 2 × 58 liter/min bij een druk van 100 à 210 kg/cm^2 ; het verbruikte vermogen bedraagt ca 40 pk. Deze pomp zorgt ook voor het verplaatsen van de boorwagen.

Een pomp met een variabele capaciteit van 0 tot 63 liter/min bij een druk van 210 kg/cm^2 voedt de wagen en de arm. De benodigde kracht voor het cerplaatsen van de wagen bedraagt 10 pk.

De standaardwagen op rupskettingen is uitgerust met een dieselmotor met een vermogen van 55 pk. In totaal weegt hij 6 ton. De rijsnelheid bedraagt 1,1 km/h of 2,3 km/h.

Het verlengen van de stangen wordt met de hand uitgevoerd maar dit werk wordt vergemakkelijkt door gebruik te maken van een hydraulisch vergrendelbare ring. De stangen zijn over het algemeen 3,05 m of 3,66 m lang en hebben een diameter van 38 of 44 mm. De boordiameter varieert van 64 tot 102 mm.

In een Italiaanse groeve van vulkanisch gesteente werd het gasolieverbruik gemeten bij het boren van gaten van 10 m diepte. Het ligt op 0,35 liter per geboorde meter waarvan ca 2/3 voor de Hydrofore en 1/3 voor de luchtinjectie d.m.v. een compressor.

Er werden boorsnelheden gerealiseerd van 28 m/h in basalt van 3.800 kg/cm^2 en 24 m/h in porfier van 2.800 à 4.000 kg/cm^2 tegenover 10 tot 12 m/h

avec des engins concurrents à commande pneumatique.

Dans un chantier de génie civil où l'on forait en calcaire des trous de 7 m de profondeur à un diamètre de 64 mm, nous avons chronométré une vitesse instantanée de forage de 1,20 m/min, une vitesse commerciale par trou de 48 m/h et une vitesse commerciale de 44 m/h en ajoutant les déplacements de la sondeuse d'un trou à l'autre.

A la carrière de grès Bronlet, à Bastogne, la vitesse commerciale du forage d'un trou de 30 m de profondeur et d'un diamètre de 76 mm est de 23 m/h.

A la carrière de calcaire Dumont-Wautier, la vitesse commerciale d'un trou de 16 m de profondeur et d'un diamètre de 89 mm a été de 25 m/h ; la vitesse commerciale de trous horizontaux de 6 m de longueur a été de 34 m/h.

4.2. *Sondeuses hydrauliques Krupp*

La firme Krupp livre des wagons-drills de type DHR 75 (fig. 16) équipés de marteaux-perforateurs HB 101-102 ou 103, à commande entièrement hydraulique.

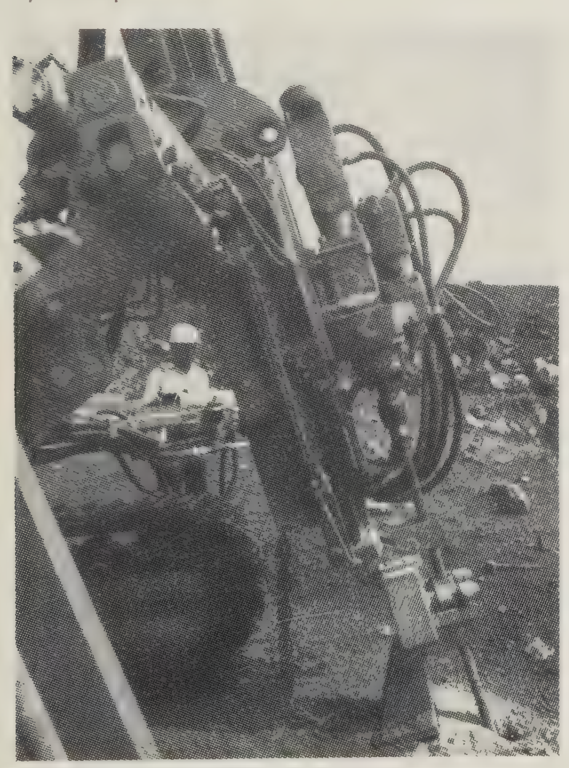


Fig. 16 — Wagon-drill Krupp de type DHR 75
Boorwagen Krupp van het type DHR 75

La puissance installée totale est de 61 cv ; le diamètre de forage varie de 64 à 127 mm, la longueur maximale atteinte est de 30 m.

L'engin porteur sur chenilles peut franchir des pentes de 60 % et rouler à une vitesse de 5 km/h. Son poids est de 7 t.

met de concurrerende machines met pneumatische besturing.

Op een bouwwerf waar 7 m diepe gaten met 64 mm diameter in kalksteen werden geboord, hebben wij een momentele boorsnelheid van 1,20 m/min gemeten, een gemiddelde snelheid per gat van 48 m/h en een gemiddelde snelheid van 44 m/h als de verrijding van de boormachine van het ene gat naar het andere wordt meegerekend.

In de zandsteengroeve Bronlet in Bastenaken worden gaten van 30 m diep en met een diameter van 76 mm geboord tegen een gemiddelde snelheid van 23 m/h.

In de kalksteengroeve Dumont-Wautier lag de gemiddelde snelheid voor een 16 m diep gat met 89 mm diameter op 25 m/h ; de gemiddelde snelheid voor horizontale gaten van 6 m lang bedroeg 34 m/h.

4.2. *Hydraulische boormachines Krupp*

De firma Krupp levert wagon-drills van het type DHR 75 (fig. 16) die zijn uitgerust met de volledig hydraulisch bestuurde slaghamers HB 101, 102 of 103.

Het totale geïnstalleerde vermogen bedraagt 61 pk. De boordiameter varieert van 64 tot 127 mm. Maximaal werd een lengte van 30 m bereikt.

De boorwagen op rupskettingen kan over een helling van 60 % en tegen een snelheid van 5 km/h rijden. Hij weegt 7 ton.

Le circuit hydraulique, à triple circuit, comporte une double pompe à piston axial (de 90 litres/min) et une pompe d'alimentation à roue dentée.

Les caractéristiques des marteaux sont les suivantes :

— poids :
  240 kg (HB 101) ou 270 kg (HB 102/103)
— débit d'huile :
  pour la frappe :
  70 à 85 litres/min
  pour la rotation :
  60 ou 75 litres/min
— pression d'utilisation :
  pour la frappe :
  150 à 170 kg/cm²
  pour la rotation :
  150 (HB 101) ou 170 kg/cm² (HB 102/103)
— nombre de coups :
  pour la frappe :
  1.800 coups/min
  pour la rotation :
  150 ou 40 coups/min (HB 102/103)
— couple :
  pour la rotation :
  95 ou 400 kgm (HB 102/103).

Le magasin de forage est placé parallèlement à la flèche de forage et peut contenir 8 barres de 3 m de longueur.

Le prix de cette sondeuse hydraulique Krupp est de 3,5 millions de francs.

Dans la carrière de calcaire Dumont-Wautier, la sondeuse hydraulique Krupp DRH 75 avec le marteau HB 101 a foré des trous de 26 m de profondeur et d'un diamètre de 89 mm à une vitesse commerciale moyenne de 25 m/h.

L'essai dans cette carrière a montré la nécessité d'assurer un bon soufflage des trous de forage, particulièrement dans des terrains failleux avec poches de terre. Dans ce dernier cas, il faut un compresseur d'un débit suffisant et des barres ayant un trou de soufflage d'un diamètre suffisant (si possible au moins 15 mm) et ne laissant pas un jeu trop grand entre le diamètre du trou et celui des barres.

Dans cette même carrière, quelques mesures du niveau sonore ont été effectuées à hauteur du poste de commande (il n'y a pas de cabine) et ont indiqué un niveau sonore supérieur à 90 dBA.

Het drievoudige hydraulische circuit omvat een dubbele pomp met axiale zuiger (90 liter/min) en een voedingspomp met tandwiel.

De hamers hebben de volgende kenmerken :

— gewicht :
  240 kg (HB 101) of 270 kg (HB 102/103)
— oliecapaciteit :
  voor het slaan :
  70 à 85 liter/min
  voor het draaien :
  60 à 75 liter/min
— verbruiksdruk :
  voor het slaan :
  150 à 170 kg/cm²
  voor het draaien :
  150 (HB 101) of 170 kg/cm² (HB 102/103)
— aantal slagen :
  voor het slaan :
  1.800 slagen/min
  voor het draaien :
  150 of 40 slagen/min (HB 102/103)
— koppel :
  voor het draaien :
  95 of 400 kgm (HB 102/103)

De boortrommel waarin 8 stangen van 3 m lang kunnen worden opgeborgen, is evenwijdig met de boorarm gemonteerd.

Een hydraulische boormachine Krupp kost 3,5 miljoen BF.

In de kalksteengroeve Dumont-Wautier heeft de hydraulische boormachine Krupp DRH 75 met hamer HB 101 gaten met een diepte van 26 m en een diameter van 89 mm geboord tegen een gemiddelde snelheid van 25 m/h.

Uit een proef in deze groeve is gebleken dat gezorgd moet worden voor een goede spoeling van de boorgaten, vooral in breuksteen met grondlagen. In het laatste geval is een compressor met voldoende capaciteit nodig en stangen met een spoelkanaal van voldoende diameter (zo mogelijk minstens 15 mm) die niet te veel speling laten tussen gat- en stangendiameter.

In dezelfde groeve werd het geluidsniveau enkele malen gemeten ter hoogte van de bedieningspost (er is geen cabine) en dit leverde een geluidsniveau van meer dan 90 dBA op.

4.3. *Sondeuses Ingersoll-Rand*

La société Ingersoll-Rand livre toute une série de sondeuses pour carrières, presque toutes à commande pneumatique ; les premières sondeuses à commande hydraulique sont en service aux Etats-Unis.

4.3. *Boormachines Ingersoll-Rand*

De vennootschap Ingersoll-Rand levert een hele reeks boormachines voor groeven, bijna alle met pneumatische besturing. De eerste, hydraulisch bestuurde boormachines zijn in de USA in bedrijf genomen.

Signalons les types suivants parmi les sondeuses à commande pneumatique :

a) La LM 100, très légère, permet une foration à un diamètre de 44 à 64 mm ; les chenilles sont commandées par deux moteurs de 5 cv, ce qui donne une vitesse de translation de 3 km/h et permet de gravir des pentes de 25 °. Le poids total de l'engin est de 2 t. Les caractéristiques du marteau (YD-90 m) sont les suivantes :

— alésage :	90 mm
— couple :	85 mm
— fréquence de frappe :	1.600 coups/min
— vitesse de rotation :	0 à 150 tours/min
— poids :	85 kg.

Dans un granit (de Barre), cette sondeuse fore à une vitesse de 29,7 m/h en ne consommant que 10 m^3/min d'air comprimé.

A la carrière de calcaire Dumont-Wautier, une sondeuse percutante Ingersoll-Rand à commande pneumatique fore des trous verticaux à une vitesse commerciale de 13 m/h.

b) La LM 300, pour carrières de moyenne importance, pèse 4 t. Cette sondeuse peut être équipée de trois types de marteaux-perforateurs :

— le DHD 14 d'un poids de 31 kg forant des trous de 101 ou 114 mm de diamètre ;
— le VL 120, d'un poids de 170 kg, forant des trous de 63 à 101 mm de diamètre ; la rotation indépendante est assurée par un moteur pneumatique dont on peut varier la vitesse entre 0 et 390 tours/min ;
— le D 40, d'un poids de 70 kg, forant des trous de 63 à 76 mm de diamètre.

La vitesse de translation de ces engins sur chenilles est de 4 km/h. La force de levage du moteur est de 1.360 kg ; le compresseur doit avoir un débit de 13,5 m^3/min à une pression de 10,5 kg/cm^2.

Dans une carrière de granit, cette sondeuse a foré à une vitesse commerciale de 10 à 12 m/h avec un diamètre de 115 mm.

c) La CM 350, d'un poids de 5,5 t, a une stabilité élevée en terrain accidenté, grâce à un centre de gravité situé très bas. Les chenilles sont commandées par deux moteurs pneumatiques de 11,5 cv. Le diamètre de forage varie de 63,5 à 127 mm.

Ce wagon-drill peut être muni de différents types de marteaux-perforateurs :

— VL 120, déjà décrit pour le LM 300,
— VL 140, d'un poids de 195 kg pour trous de 138 mm de diamètre, de 1.900 coups/min,
— URD 475 A, d'un poids de 171 kg pour trous de 62 à 100 mm de diamètre,

Wij vermelden de volgende types van de pneumatisch gestuurde boormachines.

a) De zeer lichte LM 100 waarmee een diameter van 44 tot 64 mm kan worden geboord. De rupskettingen worden gestuurd met 2 motoren van 5 pk wat resulteert in een rijsnelheid van 3 km/h en waarmee hellingen van 25° kunnen worden bestegen. In totaal weegt de machine 2 t. Hierna volgen de kenmerken van de hamer (YD-90 m) :

— uitboring :	90 mm
— koppel :	85 mm
— slagfrequentie :	1.600 slagen/min
— draaisnelheid :	0 tot 150 omw./min
— gewicht :	85 kg.

In graniet boort deze machine tegen een snelheid van 29,7 m/h met een persluchtverbruik van slechts 10 m^3/min.

In de kalksteengroeve Dumont-Wautier boort een slagboormachine Ingersoll-Rand met pneumatische sturing verticale gaten tegen een gemiddelde snelheid van 13 m/h.

b) De LM 300 weegt 4 t. Deze boormachine is van middelmatig belang voor groeven. Ze kan met drie soorten boorhamers worden uitgerust :

— de 31 kg wegende DHD 14 voor gatdiameters van 101 of 114 mm ;
— de VL 120 met een gewicht van 170 kg waarmee gaten met een diameter van 63 of 101 mm worden geboord ; voor een onafhankelijke rotatie zorgt een pneumatische motor waarvan de snelheid van 0 tot 390 omw./min kan variëren ;
— de D 40 die 70 kg weegt, en gaten boort met een diameter van 63 tot 76 mm.

Deze machines op rupskettingen rijden tegen een snelheid van 4 km/h. De motor heeft een hefvermogen van 1.360 kg en de compressor moet een capaciteit van 13,5 m^3/min bij een druk van 10,5 kg/cm^2 hebben.

In een granietgroeve heeft deze machine tegen een gemiddelde snelheid van 10 tot 12 m/h geboord voor een diameter van 115 mm.

c) De CM 350 — gewicht 5,5 t — bezit een hoge stabiliteit op een geaccideneerd terrein omdat het zwaartepunt zeer laag ligt. De rupskettingen worden door twee pneumatische motoren van 11,5 pk aangedreven. De boordiameter varieert van 63,5 tot 127 mm.

Op deze boorwagen kunnen diverse types slaghamers worden aangebracht :

— de reeds voor de LM 300 beschreven VL 120,
— de 195 kg wegende VL 140 voor gatdiameters van 138 mm bij 1.900 slagen/min,
— de URD 475 A met een gewicht van 171 kg voor gaten met 62 tot 100 mm diameter,

— URD 555 A, d'un poids de 209 kg pour trous de 138 mm de diamètre avec un nombre de coups de 1.500 coups/min.

d) La CM 1000, plus puissante avec un poids de 7,5 t, est équipée d'un marteau VL 170 dont les caractéristiques sont les suivantes :

— poids : 380 kg
— alésage : 170 mm
— course : 92 mm
— rotation indépendante avec un couple de 46 kgm et une vitesse de rotation de 0 à 85 tours/min.

Le diamètre de forage varie entre 101 et 127 mm, la consommation d'air est de 30,8 m³/min. La profondeur de forage peut atteindre 30 m.

4.4. *Sondeuses Atlas Copco*

La société Atlas Copco livre des sondeuses percutantes pneumatiques de types ROC 301, 302, ROC 601 et ROC 701 ; ces deux derniers types sont équipés de perforateurs à rotation séparés et à couple élevé.

Depuis peu, Atlas Copco a lancé sur le marché des sondeuses percutantes, à commande entièrement hydraulique de type ROC 810 H (fig. 17) équipées de marteaux Cop 1038 HB.

Le diamètre de forage varie entre 64 et 127 mm ; les barres de forage ont 38 ou 45 mm de diamètre.

— de URD 555 A die 209 kg weegt en gebruikt wordt voor gaten met 138 mm diameter bij een aantal slagen van 1.500 per minuut.

d) De krachtiger en 7,5 t wegende CM 1000 is uitgerust met een VL 170 hamer waarvan de kenmerken zijn :

— gewicht : 380 kg
— uitboring : 170 mm
— slaglengte : 92 mm
— onafhankelijke draaiing met een koppel van 46 kgm en een rotatiesnelheid van 0 tot 85 omw./min.

De boordoormeter gaat van 101 tot 127 mm en het luchtverbruik bedraagt 30,8 m³/min. Er kan tot 30 m diep worden geboord.

4.4. *Boormachines Atlas Copco*

De vennootschap Atlas Copco levert de pneumatische slagboormachines van het type ROC 301, 302, ROC 601 en ROC 701 ; de laatste twee types zijn uitgerust met aparte draaiboren met hoog koppel.

Onlangs heeft Atlas Copco slagboormachines op de markt gebracht die volledig hydraulisch worden bestuurd nl. de ROC 810 H (fig. 17) die met Cop 1038 HB-hamers is uitgerust.

De boordiameter varieert van 64 tot 127 mm terwijl de boorstangen een diameter van 38 of 45 mm hebben.



Fig. 17 — Foreuse percutante Atlas Copco à commande entièrement hydraulique de type ROC 810 H
Slagboormachine Atlas Copco met volledige hydraulische bediening van het type ROC 810 H

Le couple de rotation est de 65 kgm et la vitesse de rotation peut être réglée entre 0 et 200 tr/min. La force de poussée peut atteindre 2 t. La fréquence de frappe est de 2.300 à 2.800 coups/min ; la pression d'huile varie entre 150 et 200 kg/cm^2.

Le poids total du wagon-drill est de 9,3 t ; sa vitesse de translation varie entre 1,8 et 5 km/h. La puissance du moteur diesel est de 100 cv.

Si le prix de la nouvelle sondeuse Atlas Copco à commande hydraulique est de 5,5 millions de francs, elle ne nécessite plus qu'un compresseur de 550.000 F, tandis que, si une sondeuse pneumatique similaire ne coûte que 2,8 millions de francs, elle nécessite l'achat d'un compresseur de 2 millions de francs.

Cette nouvelle foreuse Atlas Copco est équipée d'un dispositif pour la mécanisation complète de la pose, de la dépose et de la fixation des tiges, à partir d'un magasin de stockage de 6 barres et à l'aide de pinces. Les barres des foreuses percutantes, qui sont en acier traité, ne peuvent être saisies par le même type de pinces que les tiges des sondeuses rotatives. Ce wagon-drill n'a pas jusqu'à présent été équipé d'une cabine pour l'opérateur.

En granite, la sondeuse Atlas Copco à commande pneumatique avec un diamètre de 89 mm fore à une vitesse de 16 m/h, tandis que la sondeuse Atlas Copco à commande hydraulique avec un diamètre de 115 mm fore à une vitesse de 25 m/h ; en calcaire, les vitesses respectives sont de 25 m/h et de 35 m/h.

La commande du dispositif Atlas Copco de lutte contre les poussières demande une consommation supplémentaire d'air comprimé de 3,5 m^3/min, tandis que, dans la sondeuse hydraulique, ce dispositif est commandé par le système hydraulique de la sondeuse.

4.5. *Sondeuses Demag*

La firme Demag livre des sondeuses percutantes à commande pneumatique des types CRD 25, et CRD 45.

La foreuse CRD 45 (fig. 18) coûte 2.100.000 FB. Elle peut être équipée de marteaux-perforateurs RD 500 R, RD 500 R-S, RD 500. La consommation en air comprimé de ces marteaux varie entre 12 et 15 m^3/min.

Le poids de ces marteaux est de 170 ou de 90 kg ; le diamètre du piston est de 127 mm et la course de 95 mm. La vitesse de rotation varie entre 0 et 85 tr/min pour le RD 500 R et de 0 à 160 tr/min pour le RD 500 R-S. La fréquence de frappe est de 1.000 coups/min.

Het draaikoppel bedraagt 65 kgm en de draaisnelheid kan worden geregeld van 0 tot 200 omw./min. De aandrukkracht kan 2 t bereiken. De slagfrequentie bedraagt 2.300 à 2.800 slagen/min ; de oliedruk varieert van 150 tot 200 kg/cm^2.

In totaal weegt de wagon-drill 9,3 t. Hij kan zich tegen 1,8 en 5 km/h verplaatsen. De dieselmotor heeft een vermogen van 100 pk.

Kost een nieuwe, hydraulisch gestuurde boormachine Atlas Copco enerzijds 5,5 miljoen frank, dan is er anderzijds maar een compressor van 550.000 frank voor nodig, terwijl een gelijkaardige pneumatische boormachine slechts 2,8 miljoen frank kost maar er wel een compressor van 2 miljoen frank moet voor worden gekocht.

De nieuwe Atlas Copco-boormachine is uitgerust met een toestel voor de volledige mechanisering van het monteren, demonteren en vastzetten van de stangen : deze worden uit een magazijn voor 6 stangen gehaald met behulp van tangen. De stangen voor het slagboren die uit gehard staal zijn vervaardigd, kunnen niet door hetzelfde type tangen worden opgenomen dat gebruikt wordt voor de stangen van draaiboren. Deze boorwagen is tot nu toe niet voorzien van een cabine voor de bestuurder.

In graniet boort de Atlas Copco-boormachine met pneumatische besturing tegen een snelheid van 16 m/h een diameter van 89 mm terwijl de Atlas Copco-boormachine met hydraulische besturing een diameter van 115 mm boort tegen een snelheid van 25 m/h. In kalksteen liggen de respectievelijke snelheden op 25 m/h en 35 m/h.

De besturing van het Atlas Copco-apparaat voor de stofbestrijding vergt een bijkomend verbruik van perslucht van 3,5 m^3/min. Bij de hydraulische boormachine wordt dit apparaat bestuurd door het hydraulische systeem van de boormachine.

4.5. *Boormachines Demag*

De firma Demag levert pneumatisch bestuurde slagboormachines van het type CRD 25 en CRD 45.

De boormachine CRD 45 (fig. 18) kost 2.100.000 BF. Ze kan worden uitgerust met slagboorhamers RD 500 R, RD 500 R-S en RD 500. Deze hamers verbruiken een hoeveelheid perslucht van 12 tot 15 m^3/min.

De hamers wegen 170 of 90 kg. De zuiger heeft een diameter van 127 mm en de slaglengte bedraagt 95 mm. De draaisnelheid schommelt van 0 tot 85 omw./min voor de RD 500 R en 0 tot 160 omw./min voor de RD 500 R-S. De slagfrequentie bedraagt 1.000 slagen per minuut.

Ces marteaux forent à un diamètre de 41 à 102 mm jusqu'à une profondeur maximale de 40 m. La vitesse de déplacement du wagon-drill est de 4,5 km/h.

Deze hamers boren met een diameter van 41 tot 102 mm tot op een maximale diepte van 40 m. De boorwagen kan tegen een snelheid van 4,5 km/h worden verreden.



Fig. 18 — Foreuse percutante Demag à commande pneumatique de type CRD 45

Slagboormachine Demag met pneumatische bediening van het type CRD 45

4.6. *Sondeuse Joy*

La firme Joy fabrique toute une série de sondeuses percutantes, généralement à commande pneumatique, tels le Ram, la série des Mustang...

a) *Ram*

Le poids est de 4,5 t. Il peut être équipé des marteaux-perforateurs VCR 260, VCR 261, 500 RR, dont le poids est de 242 kg.

Le diamètre de forage varie entre 64 et 102 mm ; la barre de forage est de 38 mm de diamètre. Le moteur de rotation est indépendant. La consommation d'air comprimé varie entre 16,8 et 29,4 m^3/min (dont 10 à 16,8 m^3/min pour la rotation seule). La profondeur de forage peut atteindre 17 m.

b) *Mustang moyen*

Le Mustang moyen pèse 6 t. Il peut être équipé aussi des marteaux-perforateurs VCR 260 et VCR 261.

c) *Mustang lourd*

Le Mustang lourd pèse 8 t. Il peut être équipé de marteaux-perforateurs VCR 280 ou 600 RR. Le diamètre de forage varie entre 89 et 140 mm. La consommation d'air varie entre 25,5 et 33,9 m^3/min (dont entre 15 et 23,8 m^3/min pour la rotation seule).

4.6. *Boormachines Joy*

De firma Joy produceert een hele reeks slagboormachines die over het algemeen pneumatisch gestuurd worden o.a. de Ram, de Mustang-serie, enz.

a) *Ram*

De 4,5 ton wegende Ram kan worden uitgerust met de 242 kg zware slagboorhamers VCR 260, VCR 261 en 500 RR.

De boordiameter varieert tussen 64 en 102 mm en de boorstang heeft een doormeter van 38 mm. De draaimotor werkt zelfstandig. Het persluchtverbruik ligt tussen 16,8 en 29,4 m^3/min (waarvan 10 tot 16,8 m^3/min voor het draaien alleen). Bij het boren kan een diepte van 17 m worden bereikt.

b) *Middelzware Mustang*

Zijn gewicht bedraagt 6 t. Hij kan tevens uitgerust worden met de boorhamers VCR 260 en VCR 261.

c) *Zware Mustang*

De zware Mustang weegt 8 ton en kan worden uitgerust met de boorhamers VCR 280 of 600 RR. De boordiameter varieert van 89 tot 140 mm en het luchtverbruik van 25,5 tot 33,9 m^3/min (hiervan neemt het draaien alleen 15 tot 23,8 m^3 voor zijn rekening).



Fig. 19 — Marteau « fond de trou » Stenuick
« Gathamer » Stenuick

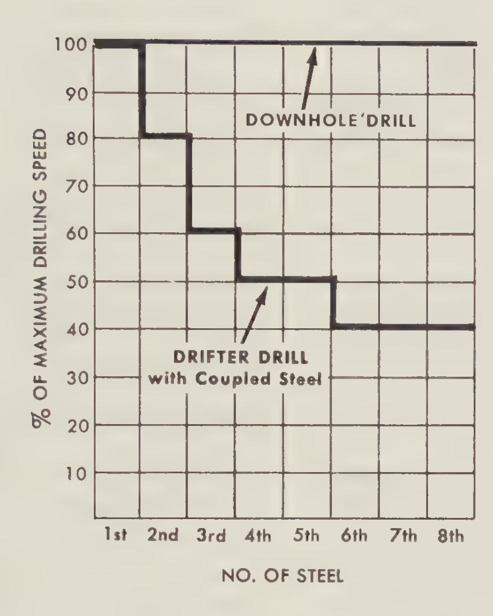


Fig. 21 — Graphique établi par Ingersoll-Rand mettant en évidence l'avantage des marteaux « fond de trou » par rapport aux marteaux-perforateurs se mouvant le long d'une glissière en surface; on constate qu'après la 6ème tige, l'efficience réelle des marteaux-perforateurs restant en surface n'atteint plus 40 %

Door Ingersoll-Rand opgestelde grafiek die duidelijk aantoont welke voordelen de « gathamers » hebben t.o.v. de boorhamers die bovengronds langs een rail op- en neer glijden. Men stelt vast dat het werkelijke rendement van de bovengronds blijvende boorhamers nog slechts 40 % bereikt na de zesde stang

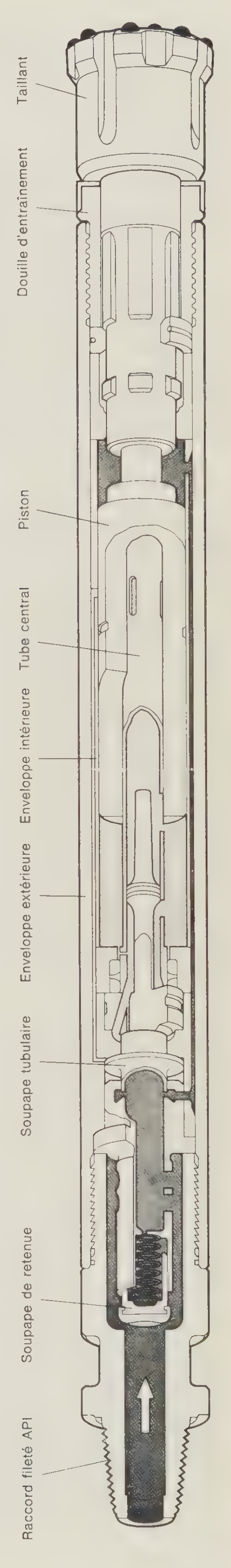


Fig. 20 — Coupe d'un marteau « fond de trou » Atlas Copco
Doorsnede van een « gathamer » Atlas Copco

5. *DESCRIPTION DE QUELQUES MARTEAUX « FOND DE TROU »*

La technique du forage avec marteaux « fond de trou » date d'environ 20 ans et a pris depuis lors une extension de plus en plus grande par suite :

— des hautes performances obtenues ;
— de la grande gamme de diamètres (60 à 750 mm) et de profondeurs (jusque 4.000 m) qu'elle peut atteindre ;
— de la faible poussée nécessaire (de quelques centaines de kg à 3 t) ;
— de la grande gamme des roches qu'elle peut perforer (depuis les roches très résistantes (granite, ...) jusqu'à des roches de faible résistance) ;
— de son bas prix de revient.

Les premiers marteaux « fond de trou » ont été mis au point par la société belge Stenuick.

Le marteau « fond de trou » (fig. 19 et 20), équipé d'un taillant, est monté à la base d'un train de tiges. Ces tiges, ainsi que le marteau et le taillant, sont animés d'un mouvement de rotation transmis par une tête de rotation située en haut du trou. Le marteau lui-même est animé d'un mouvement de frappe dans l'axe du trou, obtenu par de l'air comprimé amené jusqu'au marteau en passant par l'orifice central du train de tiges. Cet air comprimé sert en plus au refroidissement du taillant et au soufflage nécessaire pour ramener les débris de forage en surface (il ne faut donc pas envoyer de l'air supplémentaire pour le soufflage). C'est cette transmission directe du fluide jusqu'au marteau placé en fond de trou qui permet de forer jusqu'à de grandes profondeurs, car elle supprime la perte rapide d'énergie de frappe le long du train de tiges, constatée lorsque le marteau-perforateur reste en surface.

Le graphique de la figure 21, établi par Ingersoll-Rand, met cet avantage bien en évidence.

La cadence de frappe varie entre 700 et 2.250 coups/min, tandis que la vitesse de rotation des tiges varie entre 16 et 90 tours/min (une vitesse de rotation élevée est conseillée dans les zones faillées avec ou sans poches de terre, tandis qu'une vitesse plus faible est requise en terrains très durs et lors des forages à grand diamètre).

Le diamètre des tiges doit être légèrement inférieur à celui du taillant, ce qui facilite la remontée des débris (la vitesse ascensionnelle doit être comprise entre plus ou moins 3 et 25 m/s) et permet de forer sans déviation. Le diamètre du taillant doit être environ 12 mm plus grand que celui du corps du marteau, du moins pour les diamètres habituels en carrières.

5. *BESCHRIJVING VAN ENKELE « GATHAMERS »*

Ongeveer 20 jaar geleden vond de boortechniek met « gathamers » ingang en hij heeft zich sindsdien steeds meer verbreid omwille van :

— de hoge prestaties,
— de grote gamma diameters (60 tot 750 mm) en diepten (tot 4.000 m) die kunnen worden gerealiseerd,
— de lage druk die vereist is (van enkele honderden kg tot 3 t),
— de grote waaier van gesteenten die kunnen worden doorboord (van zeer vast gesteente als graniet e.d. tot gesteente met een geringe vastheid),
— de lage kostprijs.

De Belgische vennootschap Stenuick heeft als eerste « gathamers » bedrijfsklaar gemaakt.

De « gathamer » (fig. 19 en 20) is met een boorkop uitgerust en aan de voet van de samengekoppelde stangen gemonteerd. Deze stangen evenals de hamer en de boorkop worden aangedreven door een draaibeweging die wordt overgebracht door een zich boven in het gat bevindende draaikop. De hamer zelf wordt bewogen door een slagbeweging in de as van het gat die verkregen wordt door via de centrale opening van het stangenstel, tot aan de hamer aangevoerde perslucht. Deze perslucht dient bovendien om de boorkop af te koelen en om het boorgruis naar de bovengrond te kunnen blazen (er is dus geen bijkomende lucht nodig voor het spoelen). Dankzij deze rechtstreekse overbrenging van het fluïdum naar de zich onder in het gat bevindende hamer kan tot op grote diepten worden geboord want zij schakelt het snelle slagenergieverlies langs het stangenstel uit zoals dit wordt vastgesteld als de boorhamer op de bovengrond blijft.

Dit blijkt duidelijk uit de door Ingersoll-Rand opgestelde grafiek van figuur 21.

De slagfrequentie bedraagt 700 tot 2.250 slagen/min terwijl de rotatiesnelheid van de stangen ligt tussen 16 en 90 omw./min (in breukzones met of zonder grondmassa's wordt een hoge draaisnelheid aangeraden terwijl in zeer hard gesteente en voor boren met grote diameter een lagere snelheid aangewezen is).

De diameter van de stangen moet iets kleiner zijn dan die van de boorkroon om het ophalen van het boorgruis te vergemakkelijken (de stijgsnelheid moet liggen tussen ca. 3 en 25 m/s) en om zonder afbuiging te kunnen boren. De diameter van de boorkroon moet ongeveer 12 mm groter zijn dan die van het hamerlichaam, zeker voor de in groeven gebruikelijke diameters.

Avancements réalisés

Par suite du coût de plus en plus élevé de la main-d'œuvre, les exploitants demandent des marteaux réalisant les meilleurs avancements sans trop se préoccuper de la consommation d'air comprimé.

Dans la carrière de calcaire Dumont-Wautier, le marteau « fond de trou » Stenuick, placé à l'extrémité d'un chariot Stenuick, permet un avancement de 50 m/poste, tandis que le Zimmerman fore 70 à 80 m/poste.

Plusieurs carrières recherchent des marteaux « fond de trou » suffisamment puissants pour être utilisés avec leurs sondeuses rotatives ou percutantes.

Equipant la sondeuse Hausherr, les trois types de marteaux : Stenuick, Atlas Copco et Zimmerman de plus gros diamètre donnent la même vitesse d'avancement, soit environ 10 m/h.

A l'étranger, des sondeuses Hausherr équipées de compresseurs à 17 kg/cm² permettent des vitesses de forage instantanées de 40 à 45 m/h dans un calcaire dur avec un marteau « fond de trou » et un diamètre de 154 mm.

Dans les carrières belges, il y a de très nombreux marteaux « fond de trou », en grande majorité des Stenuick (plus de 66), environ 20 Zimmerman, 8 Ingersoll-Rand et 2 Atlas Copco (du moins à notre connaissance). Il existe en plus à l'étranger des marteaux Demag, Mission, Joy.

Le tableau III donne les caractéristiques de quelques marteaux fond de trou.

Gerealiseerde voortgang

Omdat de loonkosten maar blijven stijgen, vragen de uitbaters hamers die sneller vooruitgaan ; ze bekommeren zich daarbij niet zozeer om het persluchtverbruik.

In de kalksteengroeve Dumont-Wautier wordt met een Stenuick-gathamer die achter op een Stenuick-wagen is gemonteerd, een voortgang van 50 m/dienst gerealiseerd terwijl de Zimmerman 70 tot 80 m/dienst boort.

Diverse groepen zoeken naar gathamers die krachtig genoeg zijn om met hun slag- of draaiboormachines te kunnen worden gebruikt.

Als een Hausherr-boormachine met een hamer van het type Stenuick, Atlas Copco en Zimmerman met de grootste diameter wordt uitgerust, levert dit dezelfde voortgangssnelheid op nl. ca. 10 m/h.

In het buitenland worden de Hausherr-boormachines uitgerust met compressoren op 17 kg/cm² : hiermee worden momentboorsnelheden gehaald van 40 tot 45 m/h in harde kalksteen met behulp van een « gathamer » en een diameter van 154 mm.

In de Belgische groeven treft men zeer veel « gathamers » aan, merendeels Stenuick-gathamers (meer dan 66), ongeveer 20 van het merk Zimmerman, 8 van Ingersoll-Rand en 2 van Atlas Copco (voor zover ons bekend tenminste). In het buitenland zijn ook Demag-, Mission- en Joy-gathamers in bedrijf.

In tabel III worden de kenmerken van enkele « gathamers » opgegeven.

5.1. *Marteaux Stenuick*

Si les marteaux « fond de trou » sont maintenant bien introduits dans les carrières, il n'en a pas toujours été de même. Les premiers marteaux livrés par la firme belge Stenuick, qui a introduit cette technique, étaient moins perfectionnés que les types actuels. La consommation d'air ne pouvait dépasser le débit des petits compresseurs assez répandus à ce moment-là (4 m³/min à une pression de 5 à 6 kg/cm²). Depuis lors, les pressions d'air, les cadences de frappe, les couples de rotation de la sondeuse, la qualité des taillants... ont été bien améliorés.

La firme Stenuick livre des marteaux « fond de trou » pour terrains sains, pour terrains fracturés, avec forage à sec ou à l'eau (surtout pour les travaux souterrains). Le diamètre des trous forés varie de 67 à 250 mm ; le poids des marteaux varie de 12,5 à 115 kg. La profondeur peut atteindre 100 à 200 m suivant le marteau.

5.1. *Stenuick-hamers*

Zijn de « gathamers » nu goed ingeburgerd in de groeven, dan is dit niet altijd het geval geweest. De eerste hamers, geleverd door de Belgische firma Stenuick die deze techniek heeft ingevoerd, waren niet zo geperfectioneerd als de huidige types. Het luchtverbruik lag niet hoger dan de capaciteit van de op dat ogenblik erg verbreide kleine compressoren (4 m³/min bij een druk van 5 à 6 kg/cm²). Sindsdien zijn luchtdruk, slagfrequentie, draaikoppel van de boormachine, kwaliteit van de boorkoppen, enz... fel verbeterd.

De firma Stenuick levert « gathamers » voor zuiver gesteente en voor breuksteen : hierbij kan zowel van natboren als van droogboren worden gebruik gemaakt (vooral bij ondergrondse werkzaamheden). De gatdiameter varieert van 67 tot 250 mm. De hamers wegen van 12,5 tot 115 kg. Naargelang van de gebruikte hamer kan een diepte van 100 tot 200 m worden bereikt.

TABLEAU III
Caractéristiques de quelques marteaux Fond de trou

TABEL III
Kenmerken van enkele gathamers

Marque *Merk*	Type *Type*	Diamètre du trou en mm *Diameter v/h gat in mm*	Marteau fond de trou / *Gathamer* Diamètre en mm *Diameter in mm*	Longueur (sans taillant) en mm *Lengte (zonder boorkop) in mm*	Poids en kg *Gewicht in kg*	Piston / *Zuiger* Diamètre en mm *Diameter in mm*	Course en mm *Loop in mm*	Nombre de coups en coups/min *Aantal slagen in slagen per min*	Rotation en tr/min *Draaien in omw/min*	Energie/coup en kgm avec air / *Energie/slag in kgm met lucht* à 7 kg/cm² *op 7 kg/cm²*	à 17 kg/cm² *op 17 kg/cm²*	Force de poussée en kg *Aandrukkracht in kg*	Consommation d'air en m³/min avec air comprimé / *Luchtverbruik in m³/min met persluch*t à 7 kg/cm² *op 7 kg/cm²*	à 10 kg/cm² *op 10 kg/cm²*	à 17 kg/cm² *op 17 kg/cm²*
Stenuick	65 ASEL	67	57		12,5								3,5		
	80 FL 8	82 à 95	73	1.055	22		185	960	75			1.300	5,5	7,5	
	100 FL 8	104 à 135	93	1.095	36,5		185	800	75			1.300	7,5	10	
	500 KS	130 à 150	111		50								9,5	13	
	160 ASEL	160 à 250	144		115								11		
Zimmerman	THZ a	90				75		2.250	64				2,3	4,5	
	THZ d	110				75		2.250	64						
Atlas Copco	COP 4	105 à 115	93	985	36	66	120		20 à 40	70		600	3,6	6,6	11,7
	COP 6	152 à 165	136	1.245	86	97	145		15 à 30			800	6,7	12,7	21
Ingersoll-Rand	DHD-24	102-114	93	1.151	32,7	68,3	152	945		17,3	43,5		5,5		14,2
	DHD-15	127-140	111	1.409	59	81,8	127	840		20,7	51,8		6,8		16
	DHD-260	152-165-203	131	1.513	87	108	152	775		44,2	109,4		6,5		16
	DHD-17	178-191	165	1.588	149	127	149	755		60,8	151,3		15,6		36
	DHD-130	762						700						90	
Demag	DH 85	85-90			22,4	54	100	1.390	90	45		1.100	3,5 à 6		
	DH 105	105-115			32	65	110	1.250	45	90		2.000	7 à 10	11	

Le prix de ces marteaux, qui doivent plutôt être considérés comme des outils de travail, est peu élevé et varie entre 30 et 40.000 FB.

Les caractéristiques principales des marteaux Stenuick sont données dans le tableau III avec les types 65 ASEL, 80 FL 8, 100 FL 8, 500 KS, 160 ASEL, équipés pour forer à des pressions d'air de 6 à 10 kg/cm².

A partir de 1978, ces marteaux seront remplacés par de nouveaux engins permettant de forer avec des pressions d'air de 6 à 17 kg/cm², soit :

— le S 251 W pour un diamètre de 85 à 95 mm ;
— le S 451 W pour un diamètre de 104 à 120 mm ;
— le S 551 W pour un diamètre de 130 à 150 mm ;
— le S 651 W pour un diamètre de 165 à 250 mm.

Deze hamers die eerder als werktuigen moeten worden beschouwd, zijn niet duur en kosten 30.000 tot 40.000 BF.

In tabel III staan de voornaamste kenmerken vermeld van de Stenuick-hamers van het type 65 ASEL, 80 FL 8, 100 FL 8, 500 KS, 160 ASEL die bij een persluchtdruk van 6 tot 10 kg/cm² kunnen boren.

Vanaf 1978 worden deze hamers vervangen door nieuwe apparaten die met een luchtdruk van 6 tot 10 kg/cm² kunnen boren, nl. :

— de S 251 W voor een diameter van 85 tot 95 mm ;
— de S 451 W voor een diameter van 104 tot 120 mm ;
—, de S 551 W voor een diameter van 130 tot 150 mm ;
— de S 651 W voor een diameter van 165 tot 250 mm.

Pression et consommation d'air comprimé

Si, au début, la pression d'air comprimé nécessaire pour actionner le marteau était de 6 kg/cm² (avec une consommation d'air de 4 m³/min pour les premiers marteaux), elle atteint actuellement couramment 10 kg/cm² et on prévoit pour bientôt une extension importante des marteaux avec une pression d'air de 17 et même de 20 kg/cm².

La consommation d'air comprimé à 10 kg/cm² est 50 % plus élevée que celle nécessaire lorsque la pression est de 7 kg/cm². Pour les plus gros marteaux, la consommation d'air à 7 kg/cm² est de 11 m³/min.

La figure 22 montre une coupe du futur marteau « fond de trou » Stenuick prévu pour travailler à une pression d'air de 17 kg/cm². Beaucoup de précautions ont été prises pour protéger l'intérieur du marteau de toutes venues d'eau chargée de fins déblais. La mise en service commerciale de ce marteau est prévue pour la fin de cette année 1977.

Le diamètre des trous forés avec ce nouveau marteau à pression d'air de 17 kg/cm² est de 104 mm. La poussée doit être légèrement plus grande.

La vitesse de forage augmente avec la pression de l'air, c'est ainsi que, dans les mêmes bancs de calcaire, la vitesse instantanée est :

— de 8 m/h avec une pression de 6 kg/cm² ;
— de 15 m/h avec une pression de 10 kg/cm² ;
— de 26 m/h avec une pression de 17 kg/cm².

L'augmentation de la vitesse instantanée est donc un peu plus que proportionnelle à l'augmentation de la pression d'air. Il semble donc que ces marteaux à

Druk en persluchtverbruik

Bedroeg de voor het bedienen van de hamer vereiste persluchtdruk aanvankelijk 6 kg/cm² (met een luchtverbruik van 4 m³/min voor de eerste hamers), op dit ogenblik is 10 kg/cm² heel gewoon en er wordt voorzien dat de hamers met een luchtdruk van 17 kg/cm² en zelfs 20 kg/cm² een aanzienlijke uitbreiding zullen kennen.

Van perslucht op 10 kg/cm² wordt 50 % meer verbruikt dan wanneer de druk 7 kg/cm² bedraagt. Voor zwaardere hamers bedraagt het verbruik van lucht onder een druk van 7 kg/cm² 11 m³/min.

Figuur 22 is een doorsnede van de toekomstige Stenuick-« gathamers » die is ontworpen om met een luchtdruk van 17 kg/cm² te werken. Tal van voorzorgsmaatregelen zijn getroffen om de hamer van binnen te beschermen tegen water dat met fijn gruis zou kunnen zijn vermengd. De industriële inbedrijfneming van deze hamer is tegen het einde van 1977 gepland.

Met deze nieuwe hamer worden onder een luchtdruk van 17 kg/cm² gaten met een diameter van 104 mm geboord. De aandrukkracht dient iets hoger te zijn.

De boorsnelheid neemt toe met de luchtdruk. Zo bedraagt de momentele snelheid in dezelfde kalksteenlagen :

— 8 m/h voor een druk van 6 kg/cm²,
— 15 m/h voor een druk van 10 kg/cm²,
— 26 m/h voor een druk van 17 kg/cm².

De verhoging van de momenteel snelheid is dus verhoudingsgewijs iets hoger dan de verhoging van de luchtdruk. Deze hoge-druk-hamers lijken dus een

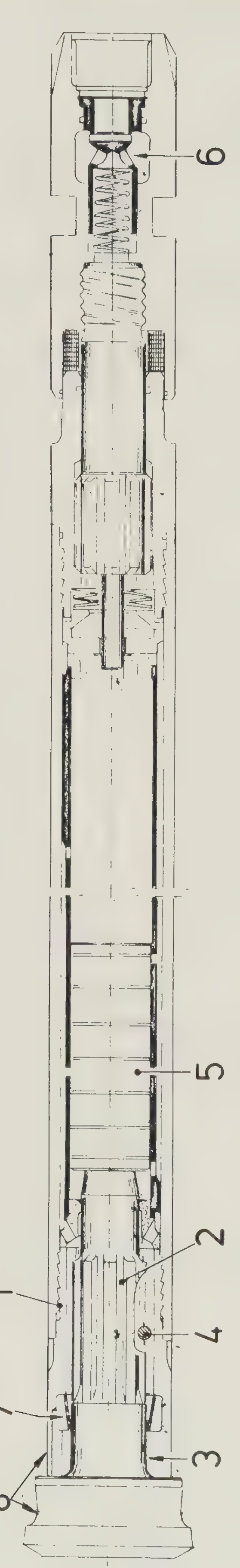


Fig. 22 — Coupe du marteau « fond de trou » Stenuik pour travailler à une pression d'air comprimé de 17 kg/cm^2

Doorsnede van de Stenuick- « gathamer » die met een persluchtdruk van 17 kg/cm^2 werkt

1. Avant-cylindre remplaçable
2. Surface des cannelures augmentée
3. Etanchéité taillant marteau
4. Retenue du taillant sans ergot
5. Frappeur cylindrique réversible
6. Clapet d'immersion remplacé par une soupage
7. Crépine
8. Forme du taillant, protection de l'avant-cylindre

1. Vervangbare voorcylinder
2. Verhoogd gleufoppervlak
3. Dichtheid Boorkop Hamer
4. Houder van de boorkop zonder pin
5. Omkeerbare cylindrische klopper
6. Onderdompelingsklep vervangen door een ventiel
7. Rooster
8. Vorm van de boorkop, bescherming van de voorcylinder

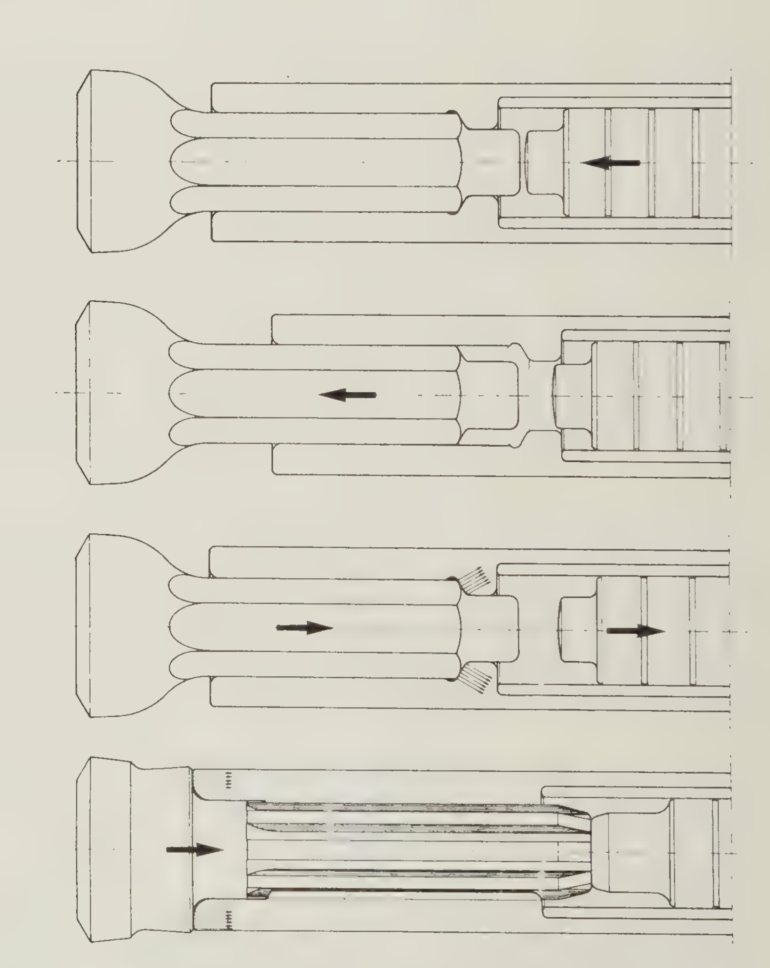


Fig. 23 — Modifications apportées par Stenuick à la forme du cylindre et du taillant de ses marteaux « fond de trou ». Les trois dessins de gauche sont des coupes des marteaux actuels et le dessin de droite montre le marteau modifié

Wijzigingen die door Stenuick werden aangebracht aan de vorm van de cylinder en van de boorkroon van zijn « gathamers ». De drie schetsen links zijn doorsneden van de huidige hamers en de tekening rechts toont de gewijzigde hamer

haute pression soient appelés à un grand développement, car ils diminueront probablement le coût total du forage.

Il faut cependant tenir compte du prix du compresseur nécessaire lors du travail à haute pression ; pour les essais de ses prototypes, Stenuick utilise des compresseurs Hollman d'un débit de 20 m³/min et dont le prix est de 2,5 millions de francs. Atlas Copco compte livrer prochainement des compresseurs de 20 kg/cm² avec un débit de 20 à 25 m³/min pour les petits diamètres de forage et de 34 à 39 m³/min pour les plus grands diamètres.

Nous avons signalé précédemment que ce sont les marteaux « fond de trou » qui entraînent les déviations les plus faibles. Malgré une vitesse de foration nettement plus élevée, il ne semble pas que la déviation des trous forés avec une pression de 17 kg/cm² doive être plus marquée. L'usure des taillants sera peut-être plus grande avec de l'air à haute pression.

L'utilisation de marteaux « fond de trou » à haute pression, à vitesse d'avancement élevée et à haute consommation d'air comprimé, impose l'utilisation d'un dépoussiéreur, car le jet de poussière chargé de débris de forage est très important.

grote ontwikkeling tegemoet te gaan, want ze zullen de totale boorkosten waarschijnlijk verminderen.

Toch dient er ook rekening te worden gehouden met de prijs van de compressor voor het werken onder hoge druk ; voor de proeven met zijn prototypen gebruikt Stenuick Hollman-compressoren met een capaciteit van 20 m³/min die 2,5 miljoen BF kosten. Atlas Copco denkt kortelings compressoren van 20 kg/cm² te leveren met een capaciteit van 20 tot 25 m³/min voor de kleine boordiameters en 34 tot 39 m³/min voor de grotere doormeters.

Hiervoor hebben wij reeds aangegeven dat de « gathamers » de geringste afbuigingen veroorzaken. Ondanks de duidelijk hogere boorsnelheid ziet het er niet naar uit dat de afwijking groter zou zijn voor de gaten die onder een druk van 17 kg/cm² worden geboord. Mogelijk zal de slijtage van de boorkoppen groter zijn met hoge-druk-lucht.

Als hoge-druk-« gathamers » worden gebruikt tegen een hoge voortgangssnelheid en met een groot persluchtverbruik, dient een ontstoffingsinstallatie te worden ingeschakeld want er is een zeer forse stofstraal van boorgruis.

Améliorations apportées aux marteaux

Pour remédier aux nombreux bris de cylindres de chemises de ses marteaux « fond de trou », Stenuick a modifié la forme du cylindre et du taillant comme le montre le dessin de droite de la figure 23 ; les modifications principales sont les suivantes :

a) Les débris prématurés des cylindres proviennent des chocs de la partie supérieure du taillant contre un épaulement usiné à l'intérieur du cylindre. Dans le marteau modifié, le taillant prend appui sur la face inférieure du cylindre.
b) Les faces de contact des taillants et des frappeurs ont d'autre part été augmentées de 40 %.
c) De plus, l'emmanchement hexagonal a été remplacé par un emmanchement à cannelure beaucoup moins sensible à une lubrification insuffisante et augmentant de 30 % la surface d'entraînement.
d) La forme inférieure du taillant a été modifiée aussi pour éviter la projection directe des débris de forage sur la base du cylindre, ce qui a permis de doubler la durée de vie du cylindre, même dans le cas de porphyre de Quenast dont la résistance à la compression peut atteindre 3.800 kg/cm².

Taillants

Le choix du taillant est très important, car il doit tenir compte de beaucoup de facteurs : nature de la

Verbeteringen aan de hamers

Om de talrijke breuken van cylindermantels van zijn « gathamers » te verhelpen, heeft Stenuick de vorm van de cylinder en van de boorkop gewijzigd, zoals de rechtse schets op fig. 23 aangeeft. De voornaamste wijzigingen zijn :

a) Het voortijdig breken van de cylinders is een gevolg van de stoten van het bovenste gedeelte van de boorkop tegen een geslepen kraag in de cylinder. Bij de gewijzigde hamer steunt de boorkop op de binnenkant van de cylinder.
b) Het contactvlak tussen boorkop en slaginstrument is anderzijds met 40 % toegenomen.
c) Tevens is de zeshoekige koppeling vervangen door een veel minder gevoelige gleufkoppeling die onvoldoende gesmeerd is en het aandrijfvlak met 30 % verhoogt.
d) Onderaan werd de vorm van de boorkop eveneens gewijzigd om te verhinderen dat het boorgruis rechtstreeks tegen de voet van de cylinder wordt geslingerd. Hierdoor kon de levensduur van de cylinder verdubbeld worden, zelfs bij boring in het porfier van Quenast waarvan de drukvastheid 3.800 kg/cm² kan bereiken.

Boorkoppen

De keuze van de boorkop is van het grootste belang want hier spelen tal van factoren een rol : aard van het

roche, qualité de celle-ci, pression d'air, abrasivité, diamètre, profondeur...

Les taillants à picots ont donné d'excellents résultats avec les marteaux à fond de trou. La durée de vie des taillants à picots en carbure de tungstène équipant les marteaux « fond de trou » varie de 1.500 à 2.000 m en calcaire et de 200 à 400 m en porphyre. Il importe de veiller à la qualité de ces taillants.

Engins porteurs

L'installation en surface peut être assez simple, car elle doit principalement avoir un moteur de rotation pour le train de tiges et un treuil pour relever les tiges en fin de forage. Un amortisseur est intercalé entre le marteau et le train de tiges.

La figure 24 montre un engin porteur Stentrack d'un poids de 520 kg qui peut forer jusqu'à une profondeur de 45 m avec un taillant de 67 mm et de 20 m avec un taillant de 115 mm. Il existe des engins plus simples de type BB avec tige de 2 m, un couple de rotation de 60 kgm et un treuil peuvent relever un train de tiges d'un poids maximum de 1.300 kg.

La Stentrack est équipée de tiges de 2 ou de 3 m et peut relever un poids de 4.500 kg.

Il existe aussi des engins plus élaborés avec tiges de 4 m de longueur, dispositif de manutention de tiges et cabine pour l'ouvrier, tels que le Perfotrack S (fig. 25). Cet engin peut forer jusqu'à une profondeur de 200 m avec des tiges de 70 à 140 mm de diamètre. Le poids de cet appareil est de 7 t. La puissance totale est de 24 cv.

gesteente, kwaliteit ervan, luchtdruk, abrasiviteit, diameter, diepte, ...

Knopboorkoppen hebben uitstekende resultaten opgeleverd met de « gathamers ». De levensduur van de boorkoppen met knoppen van wolframcarbid die op « gathamers » werden gemonteerd, varieert van 1.500 tot 2.000 m in kalksteen en van 200 tot 400 m in porfier. De kwaliteit van deze boorkoppen moet wel worden gecontroleerd.

Boorwagens

De bovengrondse installatie kan erg eenvoudig zijn want ze moet hoofdzakelijk bestaan uit een roterende motor voor de stangen en een lier om de stangen na afloop van het boren op te halen. Tussen hamer en stangen zit een schokbreker.

Figuur 24 is een foto van een boorwagen Stentrack die 520 kg weegt, die tot 45 m diep kan boren met een boorkop van 67 mm en tot 20 m diep als de boorkop 115 mm meet.

Er bestaan ook eenvoudiger machines van het type BB met een stang van 2 m, een draaikoppel van 60 kgm en een lier die stangen met een maximaal gewicht van 1.300 kg kan optrekken.

De Stentrack is uitgerust met stangen van 2 of 3 m en kan een gewicht van 4.500 kg ophalen.

Er zijn ook grotere machines met 4 m lange stangen, met een installatie voor de behandeling van de stangen en met een cabine voor de bestuurder, zoals de Perfotrack S (fig. 25). Deze apparatuur maakt het mogelijk tot op een diepte van 200 m te boren met behulp van stangen met 70 tot 140 mm diameter. De machine weegt 7 t en heeft een totaal vermogen van 24 pk.

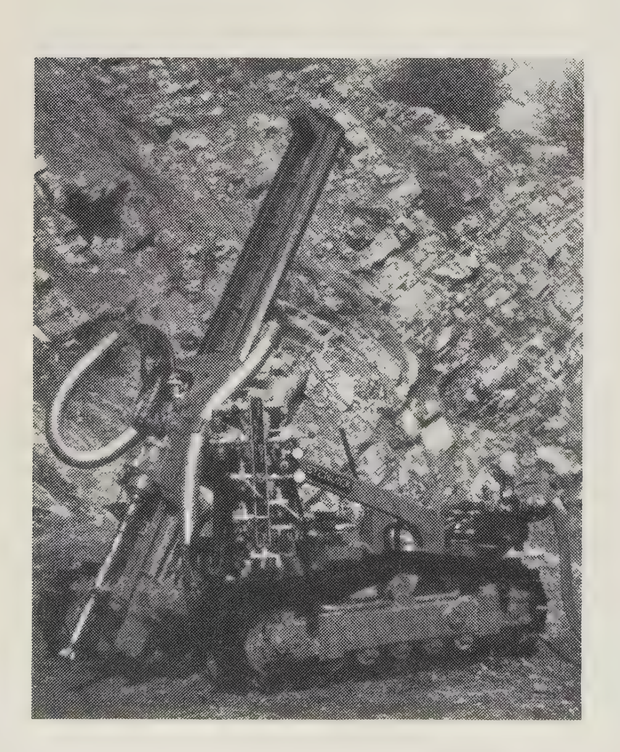


Fig. 24 — Engin porteur Stentrack
Boorwagen Stentrack

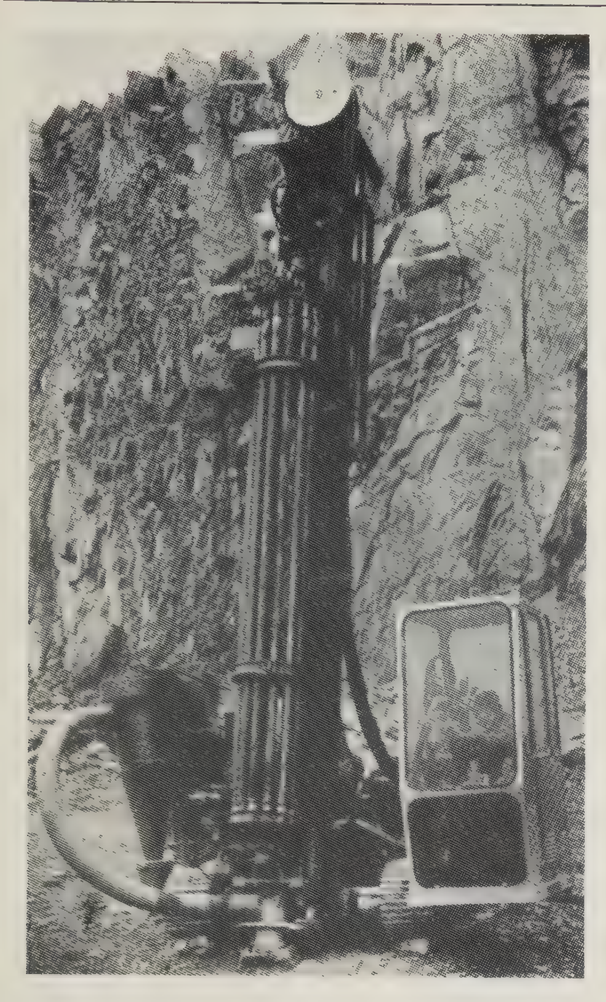


Fig. 25 — Perfotrack L 8 « S » de Stenuick avec cabine pour l'opérateur, installation de dépoussiérage, mécanisation du placement et du vissage des tiges

Perfotrack L 8 « S » van Stenuick met cabine voor de bestuurder, met ontstoffingsinstallatie en met gemechaniseerd aanbrengen en aanschroeven van de stangen



Fig. 26 — Multimarteau Stenuick pour trous de 300 à 350 mm de diamètre (ce multimarteau comprend 5 marteaux à taillant triangulaire)

Multihamer Stenuick voor gaten met 300 tot 350 mm diameter (deze multihamer bestaat uit 5 hamers met driehoekige boorkroon)

Multimarteaux fond de trou

La figure 26 montre le multimarteau Stenuick Multi 300 d'un diamètre de 280 mm, qui groupe 5 marteaux et qui permet de forer des trous de 300 mm de diamètre et bientôt de 350 mm. Le poids de ce marteau est de 420 kg.

Chacun des 5 marteaux agit sur un taillant triangulaire. La consommation d'air à une pression de 7 kg/cm^2 est d'environ 30 m^3/min. Cet engin a permis de forer en terrains schisteux à une vitesse moyenne de 5 m/h avec des pointes de 15 m/h (couple de 800 kgm — poussée ou force de levée de 3.600 kg) ; la vitesse commerciale a été de 2,50 m/h.

Multigathamers

Figuur 26 is een afbeelding van een multihamer Stenuick Multi 300 met een diameter van 280 mm : hij bestaat uit 5 hamers en maakt het mogelijk gaten met een diameter van 300 mm, en weldra zelfs van 350 mm, te boren. Deze hamer weegt 420 kg.

Elk van de 5 hamers werkt met een driehoekige boorkop. Het luchtverbruik bij een druk van 7 kg/cm^2 bedraagt ongeveer 30 m^3/min. Met deze machine werd in leisteen geboord tegen een snelheid van 5 m/h met pieken van 15 m/h (koppel van 800 kgm — aandrukkracht of ophefkracht van 3.600 kg). De gemiddelde snelheid bedroeg 2,50 m/h.

5.2. *Marteaux Zimmerman*

La société allemande Zimmerman livre des marteaux « fond de trou » de deux diamètres de forage :

5.2. *Hamers Zimmerman*

De Duitse firma levert gathamers met twee boordiameters : 90 en 110 mm. De maximale luchtdruk

90 et 110 mm. La pression d'air maximale pour ces marteaux est de 10 kg/cm² ; la consommation d'air comprimé varie de 1,4 à 2,8 m³/min en fonction de la pression de l'air : 5 ou 8 kg/cm².

Le prix du petit marteau Zimmerman est semblable à celui du Stenuick, tandis que le plus grand marteau revient nettement plus cher que celui du Stenuick.

Les taillants utilisés avec ces marteaux permettent un meilleur brassage des débris avec l'air que les taillants Stenuick ; la durée de vie de ces taillants peut atteindre 1.500 m en calcaire et 300 m en grès dur.

Le marteau HL 22 qui fore à 90 mm de diamètre donne les vitesses de forage suivantes :

— en grès dur	13 m/h
— en grès moyen	15 à 20 m/h
— en quartzite carbonifère	10 à 12 m/h
— en calcaire dur	8,5 à 10 m/h
— en calcaire marneux	20 à 21 m/h
— en gneiss	8 à 12 m/h
— en basalte	5 à 14 m/h
— en granite	12 à 14 m/h

5.3. *Marteaux Atlas Copco*

La société suédoise Atlas Copco vend deux types de marteaux « fond de trou » : le Cop 4 et le Cop 6 (fig. 20).

Ces marteaux équipent généralement les sondeuses Atlas Copco comme le Roc 601, le Roc 306 ... Les caractéristiques de ces marteaux et de ces sondeuses sont données au tableau III.

La vitesse de forage augmente avec le diamètre du trou ; c'est ainsi que, pour une pression d'air de 6 kg/cm², la vitesse d'avancement est de :

— 6 m/h avec un diamètre de 89 mm ;
— 8 m/h avec un diamètre de 102 mm ;
— 9 à 10 m/h avec un diamètre de 152 mm.

Les tiges de forage ont 76 à 89 mm de diamètre pour le Cop 4 et 114 mm pour le Cop 6 ; leur longueur est de 1,50 m.

D'après Atlas Copco, la durée de vie de ces marteaux serait de 4.500 m ; cette longue durée de vie est due au petit nombre d'éléments mobiles et à la présence de pièces d'usure.

Les marteaux Cop peuvent travailler à des pressions d'air de 6 à 17 kg/cm². La cadence de frappe dépend de la pression d'air comprimé ; ainsi, avec un Cop 6, elle est de :

— 900 coups/min à 6 kg/cm² ;
— 1.100 coups/min à 10,5 kg/cm² ;
— 1.400 coups/min à 14 kg/cm².

Les taillants Atlas Copco permettent aussi de bons soufflages des débris jusqu'au fond de trou où l'air

voor deze hamers bedraagt 10 kg/cm². Het persluchtverbruik varieert van 1,4 tot 2,8 m³/min naargelang van de luchtdruk : 5 of 8 kg/cm².

Een kleine Zimmerman-hamer kost ongeveer hetzelfde als een Stenuick terwijl de grotere hamer uitgesproken duurder is dan de Stenuick.

De bij deze hamers gebruikte boorkoppen maken het mogelijk gruis en lucht beter te vermengen dan de Stenuick-boorkoppen. De levensduur van deze boorkoppen kan 1.500 m bereiken in kalksteen en 300 m in harde zandsteen.

De hamer HL 22 boort met een diameter van 90 mm tegen de volgende snelheden :

— in harde zandsteen	13 m/h
— in gemiddeld harde zandsteen	15 tot 20 m/h
— in koolhoudend kwartsiet	10 tot 12 m/h
— in harde kalksteen	8,5 tot 10 m/h
— in krijthoudende kalksteen	20 tot 21 m/h
— in gneiss	8 tot 12 m/h
— in basalt	5 tot 14 m/h
— in graniet	12 tot 14 m/h

5.3. *Hamers Atlas Copco*

De Zweedse vennootschap Atlas Copco verkoopt twee types « gathamers » : de Cop 4 en de Cop 6 (fig. 20).

Deze hamers worden over het algemeen gemonteerd op de boormachines Atlas Copco van het type Roc 601, Roc 306 ... Tabel III vermeldt de kenmerken van deze hamers en boormachines.

De boorsnelheid neemt toe met de gatdiameter : bij een luchtdruk van 6 kg/cm² bedraagt de voortgangssnelheid :

— 6 m/h voor een diameter van 89 mm ;
— 8 m/h voor een diameter van 102 mm ;
— 9 à 10 m/h voor een diameter van 152 mm.

De diameter van de boorstangen bedraagt 76 tot 89 mm voor de Cop 4 en 114 mm voor de Cop 6. Ze zijn 1,50 m lang.

Volgens Atlas Copco zou de levensduur van deze hamers 4.500 m bedragen. Deze lange levensduur is te danken aan het geringe aantal mobiele delen en aan het aanbrengen van slijtstukken.

De Cop-hamers kunnen werken bij een luchtdruk van 6 tot 17 kg/cm². De slagfrequentie is afhankelijk van de persluchtdruk. Voor een Cop 6 bedraagt deze :

— 900 slagen/min bij 6 kg/cm² ;
— 1.100 slagen/min bij 10,5 kg/cm² ;
— 1.400 slagen/min bij 14 kg/cm².

De Atlas Copco-boorkoppen maken het tevens mogelijk het boorgruis tot op de bodem van het gat uit te

s'échappe par la partie centrale du taillant, ce qui élimine mieux les débris de forage. Avec tous ces marteaux, on peut utiliser aussi de la mousse pour faciliter la remontée des débris ; l'air chargé de mousse traverse dans ce cas le marteau.

blazen ; daar ontsnapt de lucht via het middendeel van de boorkop waardoor het boorgruis beter wordt afgevoerd. Bij alle hamers kan men tevens schuim gebruiken om het ophalen van het gruis te vergemakkelijken. De met schuim vermengde lucht gaat dan door de hamer heen.



Fig. 27 — Taillant du marteau « fond de trou » Ingersoll-Rand pour trous de 762 mm de diamètre

Boorkop van de « gathamer » Ingersoll-Rand voor gaten met 762 mm diameter

5.4. *Marteaux Ingersoll-Rand*

La société américaine Ingersoll-Rand fournit aussi toute une gamme de marteaux « fond de trou » forant entre 102 et 762 mm de diamètre, tels les DHD-24, DHD-15, DHD-260, DHD-17 ; les marteaux DHD-120, 124 ou 300 sont conçus pour le forage de trous de 508 à 762 mm de diamètre.

Le marteau le plus léger, le DHD-24, fore à un diamètre de 102 à 114 mm, il pèse 32,7 kg (il consomme 5,5 m^3/min d'air à une pression de 7 kg/cm^2 et 14,2 m^3/min à une pression de 14,2 kg/cm^2).

La vitesse de forage commerciale des marteaux Ingersoll-Rand, d'un diamètre de 102 mm, est de 12 à 13 m/h en calcaire, dans le cas d'une pression d'air de 10,5 kg/cm^2. La durée de vie de ces marteaux dans le porphyre de Quenast est de 2 à 2.500 m et celle du taillant est de 200 à 250 m.

La figure 27 montre le taillant du marteau pour le forage de trous de 762 mm de diamètre jusqu'à une profondeur de 20 m. Un compresseur d'air de 600 cv fournit le débit d'air nécessaire de 76 m^3/min à une pression de 875 kg/cm^2. Le couple développé par la sondeuse est de 800 à 1.400 kgm, la poussée est de 4 à 10 t. La fréquence de forage est de 700 coups/min. Dans le cas de calcaire tendre, ce marteau permet une vitesse de forage de plus de 6 m/h.

5.4. *Hamers Ingersoll-Rand*

De Amerikaanse maatschappij Ingersoll-Rand levert ook een hele reeks « gathamers » die een diameter van 102 tot 762 mm boren, zoals de DHD-24, de DHD-15, de DHD-260 en de DHD-17. De hamers DHD-120, 124 of 300 zijn ontworpen om gaten met een diameter van 508 tot 762 mm te boren.

De lichtere hamer, de DHD 24, boort met een diameter van 102 tot 114 mm en weegt 32,7 kg (hij verbruikt 5,5 m^3 lucht per minuut bij een druk van 7 kg/cm^2 en 14,2 m^3/min bij een druk van 14,2 kg/cm^2).

De gemiddelde boorsnelheid van de hamers Ingersoll-Rand ligt in kalksteen voor een diameter van 102 mm op 12 à 13 m/h als de luchtdruk 10,5 kg/cm^2 bedraagt. De levensduur van deze hamers in het porfier van Quenast bedraagt 2.000 tot 2.500 m en een boorkop gaat er 200 tot 250 m mee.

Figuur 27 is een afbeelding van de boorkop van een hamer voor het boren van gaten met 762 mm diameter tot een diepte van 20 m. Een luchtcompressor van 600 pk levert de vereiste luchtcapaciteit van 76 m^3/min bij een druk van 875 kg/cm^2. Het door de boormachine ontwikkelde koppel bedraagt 800 tot 1.400 kgm en deze machine heeft een aandrukkracht van 4 tot 10 t. De slagfrequentie bedraagt 700 slagen/min. In zachte kalksteen kan deze hamer een boorsnelheid van meer dan 6 m/h halen.

5.5. *Marteaux Demag*

La société allemande Demag livre des marteaux « fond de trou » DH 85/7, DH 85/10 et DH 105/7. Le diamètre de forage varie de 82 à 115 mm. La pression d'air varie de 7 à 13 kg/cm² et la consommation de 5 à 10 m³/min. Le poids de ces marteaux varie de 22,4 à 32 kg. La profondeur maximale atteinte est de 130 m.

5.6. *Marteau Mission*

La société américaine Mission fabrique plusieurs types de marteaux « fond de trou » de type Megadrill, fonctionnant à des pressions d'air comprimé de 7 à 18 kg/cm² avec des diamètres pouvant atteindre 380 mm.

Certains de ces marteaux équipent des sondeuses entièrement automatisées avec compresseur incorporé et mise en place mécanique des tiges de forage. La force de poussée de ces sondeuses varie de 850 à 1.600 kg dans le cas de marteaux « fond de trou » et de 15.000 kg si la sondeuse est utilisée en rotary.

5.5. *Hamers Demag*

De Duitse firma Demag levert de « gathamers » DH 85/7, DH 85/10 en DH 105/7. De boordiameter varieert van 82 tot 115 mm, de luchtdruk van 7 tot 13 kg/cm² en het verbruik van 5 tot 10 m³/min. Het gewicht van deze hamers bedraagt 22,4 tot 32 kg. Maximaal kan een diepte van 130 m worden bereikt.

5.6. *Hamers Mission*

De Amerikaanse vennootschap produceert diverse types « gathamers » Megadrill die bij een persluchtdruk van 7 tot 18 kg/cm² werken met diameters tot maximaal 380 mm.

Sommige van deze hamers zijn gemonteerd op volledig geautomatiseerde boormachines met ingebouwde compressor en mechanische aanbreng van de boorstangen. De aandrukkracht van deze boormachines varieert van 850 tot 1.600 kg voor « gathamers » en tot 15.000 kg als de boormachine roterend wordt gebruikt.

L'amorçage rationnel des grosses mines chargées d'explosif en vrac

Rationele aanzetting van mijngaten met grote diameter geladen met los gestorte springstoffen

Pierre GOFFART *

RESUME

On rappelle que les explosifs en vrac sont actuellement, soit du type sec traditionnel (nitrate d'ammonium en prills sensibilisés au TNT ou au fuel oil), soit des bouillies explosives pompables et/ou versables.

Quand il s'agit des tirs en gros fourneaux de mines, on se demande quel est le mode d'amorçage le plus approprié au point de vue des résultats d'exploitation : amorçage linéaire par cordeau détonant ou amorçage ponctuel par relais d'initiation ? On montre d'abord que l'amorçage ponctuel, réalisé sur toute la section de la charge à initier, permet le mieux à un explosif de manifester son aptitude à la détonation.

On constate ensuite, sur la base de considérations techniques propres au fonctionnement des explosifs brisants :

- *qu'il peut être intéressant, dans certains cas spéciaux, d'amorcer linéairement l'ANFO-prills au moyen d'un cordeau détonant de force appropriée ;*
- *que les bouillies s'accommodent toutes de l'amorçage ponctuel qui est indispensable ou recommandable suivant que la sensibilité à l'amorce est faible ou élevée.*

Enfin, on met en évidence les avantages de l'amorçage ponctuel au point de vue de la technique des tirs : lui seul permet de moduler l'effet différentiel de l'explosif suivant les variations des caractéristiques du rocher sur la hauteur forée.

* Ingénieur en Chef-Directeur des Mines, Chef du Service des Explosifs de Belgique, Administration centrale des Mines, rue De Mot 30, B-1040 Bruxelles.

SAMENVATTING

Men herinnert eraan dat de los gestorte springstoffen thans ofwel van het traditionele droge type zijn (ammoniumnitraat in prills gesensibiliseerd met TNT of met fuel oil) ofwel pompbare en/of gietbare springstofbrijen zijn.

Voor afvuringen in brede mijngaten vraagt men zich af welke aanzettingswijze het meest geschikt is qua ontginningsresultaten : aanzetting in lijn met een slagsnoer of puntsgewijze aanzetting met aanzettingsrelais ? Er wordt eerst aangetoond dat de puntsgewijze aanzetting over de ganse sektie van de aan te zetten lading een springstof het best in staat stelt om haar detonatiegeschiktheid tot uiting te laten komen.

Op grond van de technische overwegingen die eigen zijn aan de werking van de brisante springstoffen wordt daarna vastgesteld :

- *dat het in sommige speciale gevallen interessant kan zijn het ANFO-prills in lijn aan te zetten met behulp van een slagsnoer met aangepaste kracht ;*
- *dat de brijen allen kunnen werken met puntsgewijze aanzetting die onontbeerlijk of aanbeveelbaar is naar gelang de gevoeligheid voor het aanzettingsmiddel zwak of hoog is.*

Ten slotte worden de voordelen van de puntsgewijze aanzetting aangegeven voor de afvuurtechniek : zij alleen maakt het mogelijk de differentiële invloed van de springstof te moduleren volgens de schommelende kenmerken van het gesteente over de geboorde hoogte.

* Hoofdingenieur-directeur der Mijnen, Hoofd van de Dienst Springstoffen van België, Centrale Administratie van het Mijnwezen, De Motstraat 30, B-1040 Brussel.

On présente un moyen technique moderne récemment apparu sur le marché belge et qui permet l'amorçage ponctuel dans des conditions auparavant inexistantes ; on esquisse grâce à lui quelques schémas de chargement relatifs à un cas concret.

On conclut que l'utilisation rationnelle du couple « explosif en vrac-moyen d'amorçage approprié » est susceptible d'apporter des avantages nouveaux dans l'exploitation des carrières.

Men stelt een onlangs op de Belgische markt verschenen technisch middel voor dat de puntsgewijze aanzetting mogelijk maakt in vroeger bestaande omstandigheden ; hierdoor kan men enkele laadschema's schetsen voor een concreet geval.

Men besluit dat de rationele aanwending van het paar « losse springstof - aangepast aanzettingsmiddel » nieuwe voordelen kan opleveren voor de ontginning van de groeven.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird darauf hingewiesen, dass die losen Sprengstoffe zur Zeit entweder herkömmliche, trockene Sprengstoffe (rieselfähiges Ammoniumnitrat mit TNT oder Heizöl sensibilisiert) oder Sprengschlämme sind. Letztere können eingeschüttet bzw. eingepumpt werden.

Auf dem Gebiet der Grossbohrlochsprengungen, stellt man sich Fragen über die bestgeeignete Zündungsart im Hinblick auf die Betriebsergebnisse : lineare Zündung durch Sprengschnur oder Punktzündung durch Initialrelais ? Es wird zuerst gezeigt, dass die Punktzündung über den ganzen Querschnitt der Sprengladung dem Sprengstoff die beste Gelegenheit bietet, seine Detonationsfähigkeit unter Beweis zu stellen. Von den technischen Erwägungen ausgehend, die der Funktion der brisanten Sprengstoffe eigen sind, stellt man fest :

- *dass es in bestimmten Sonderfällen interessant wäre, das ANFO-prills mit Hilfe einer Sprengschnur entsprechender Sprengkraft linear zu zünden ;*
- *dass alle Slurry-Sprengstoffe die Punktzündung vertragen, die unentbehrlich bzw. ratsam ist, je nachdem ob die Detonationsfähigkeit gering oder stark ausgeprägt ist.*

Abschliessend werden die Vorteile der Punktzündung im Hinblick auf die Sprengtechnik herausgestellt. Nur sie allein kann nämlich die Differentialwirkung des Sprengstoffes je nach den wechselnden Gesteinseigenschaften über die Bohrtiefe modulieren.

Ein neulich auf dem belgischen Markt aufgetauchtes, modernes Mittel, welches die Punktzündung unter vorher nie gegebenen Verhältnissen gestattet, wird vorgestellt. Mit diesem Mittel werden einige Sprengladungschemata betreffend einen konkreten Fall entworfen.

Man kommt zu der Schlussfolgerung, dass die rationelle Verwendung des losen Sprengstoffes mit dem geeigneten Zündmittel neue Vorteile im Steinbruchbetrieb mit sich bringen kann.

SUMMARY

The article recalls that the bulk explosives currently in use are of the conventional dry type (ammonium nitrate in prills sensitized by TNT or fuel oil), or pumpable and / or pourable explosive slurries.

In dealing with rounds of large-diameter shots, the question arises as to the most suitable type of priming from the point of view of operating effectiveness : linear priming using a detonating fuse or point priming using firing relays ? The author first demonstrates that point firing over the entire cross-section of the round to be fired gives the explosive the best chance of developing its detonation potential.

The article continues by pointing out — on the basis of technical considerations specific to the behaviour of high-brisance explosives — that :

- *it may, in certain special cases, be beneficial to set off AFNO prills linearly by using a detonating fuse of appropriate power ;*
- *that all types of slurries are suitable for point firing, which is essential or advisable according to whether their sensitiviness is low or high.*

Finally, the article stresses the advantages of point priming from the viewpoint of shotfiring technique : it is the only method which makes it possible to vary the differential effect of the explosive to suit the variations in the characteristics of the rock along the length of the shothole.

A description is given of a modern technique recently put on the Belgian market which makes it possible to apply point firing in conditions where it was hitherto unsafe. On the basis of this method, several shot patterns are described for an actual case.

The conclusion reached is that the rational utilisation of the combination of « bulk explosive / suitable means of priming » is capable of yielding new benefits in quarry operations.

Les dynamites étant obligatoirement produites en cartouches, les seuls explosifs détonants admis en vrac au commerce et à l'emploi pour travaux de minage sont des brisants sans nitroglycérine, classés « difficilement inflammables » suivant le règlement belge.

Il en existe actuellement de deux espèces :

1°) des explosifs secs, nécessairement présentés en granules coulant bien de nitrate d'ammonium sensibilisé au TNT (Triamite) ou simplement au fuel oil (ANFO) ;

2°) les bouillies explosives, contenant de l'eau dans leur composition (Gélite TN, Iregel 406), à pomper ou à déverser dans les trous de mines, certaines pouvant s'accommoder des deux procédés de mise en œuvre.

Les explosifs à charger en vrac ont en commun la caractéristique de permettre un degré de remplissage maximal des trous de mines, car ils occupent toute la section forée en géométrie cylindrique. C'est là, par rapport aux explosifs encartouchés, l'un des avantages qui les désignent comme explosifs de l'avenir.

La question se pose de savoir quel est, pour les explosifs chargés en vrac dans les gros fourneaux de mines des tirs primaires, le mode d'amorçage qui convient le mieux au point de vue des résultats d'exploitation.

Est-ce *l'amorçage linéaire* réalisé par cordeau détonant approprié à l'explosif qu'il s'agit d'amorcer, cordeau présent sur toute la longueur de la charge de vrac, et qui, généralement, détone à partir de l'entrée du trou de mine ?

Ou bien est-ce *l'amorçage ponctuel* assuré par une charge (booster) placée à un certain niveau dans l'explosif en vrac qui doit, à partir de cette amorce, propager lui-même la détonation tant vers le haut que vers le bas ?

Plutôt que d'aborder de front un problème aussi controversé, envisageons d'abord deux questions préalables :

1ère question préalable

Quel est, des modes d'amorçage linéaire et ponctuel, celui qui permet le mieux à un explosif en vrac de manifester son aptitude à la détonation ?

Considérons en premier lieu des produits d'une même gamme au point de vue de la composition chimique, par exemple des prills de nitrate d'ammonium techniquement pur, se distinguant les uns des autres par des aptitudes à la détonation allant des moins accusées au plus prononcées. Il se trouve qu'une telle gamme existe en pratique industrielle, les azotiers produisant sur base de la pureté technique, d'une part, des prills à usage d'engrais, d'autre part, les prills pour explosifs en vrac.

Aangezien dynamiet verplicht in patronen moet worden geproduceerd zijn de enige los gestorte ontploffende springstoffen welke toegelaten zijn in de handel en voor het gebruik in schietwerken, brisante springstoffen zonder nitroglycerine, welke volgens het Belgisch reglement gerangschikt zijn als « moeilijk ontvlambaar ».

Ze bestaan thans in twee soorten :

1°) droge springstoffen die noodzakelijk voorkomen in goed vloeiende korrels van ammoniumnitraat dat gesensibiliseerd werd met TNT (Triamite) of eenvoudigweg met fuel oil (ANFO) ;

2°) springstofbrijen met water in hun samenstelling (Gélite TN, Iregel 406) die in de mijngaten kunnen worden gepompt of gegoten en waarvan sommige geschikt zijn voor beide uitvoe-,ringsprocédés.

De los gestorte springstoffen hebben als gemeenschappelijk kenmerk dat zij een maximale vulling van de mijngaten mogelijk maken, omdat zij gans de geboorde sektie in cilindrische meetkunde innemen. Ten opzichte van de patroonspringstoffen is dit een van de voordelen die hen aanwijzen als springstoffen voor de toekomst.

De vraag rijst welke aanzettingswijze op het stuk van de winningsresultaten het best geschikt is voor de los gestorte springstoffen die in de grote mijngaten voor primaire schoten geladen worden.

Is het de *aanzetting in lijn* met een slagsnoer dat aangepast is aan de springstof die moet worden aangezet en dat aanwezig is over de ganse lengte van de los gestorte lading die over het algemeen detoneert vanaf de ingang van het mijngat.

Of is het de *puntsgewijze ontsteking* met een lading (booster) die op een bepaalde hoogte in de los gestorte springstof is aangebracht en die vertrekkende van dit aanzettingsmiddel zelf de detonatie zowel naar omhoog als naar beneden moet voortplanten ?

Eerder dan een zo omstreden probleem aan te vatten beschouwen wij eerst twee voorafgaande vragen :

1e voorafgaande vraag

Door welke aanzettingswijze, puntsgewijze of aanzetting in lijn, kan een los gestorte springstof het best zijn detonatiegeschiktheid tot uiting brengen ?

Beschouwen we in de eerste plaats produkten van eenzelfde gamma op het stuk van de chemische samenstelling, bij voorbeeld prills van technisch zuiver ammoniumnitraat die zich van mekaar onderscheiden door een minder duidelijke tot een sterk uitgesproken detonatiegeschiktheid. Het treft juist dat een dergelijk gamma in de industrie bestaat daar de stikstofproducenten, op grond van de technische zuiverheid, enerzijds prills produceren voor gebruik als meststoffen, en anderzijds prills voor los gestorte springstoffen.

Les premiers sont en général des prills denses tandis que les seconds, plus poreux, ont une densité apparente de tassement d'au plus 0,8 kg/litre environ ; leur porosité leur permet d'absorber du fuel oil à concurrence d'au moins 6 % de leur poids.

Des tirs d'aptitude à la détonation ont eu lieu à l'INIEX - Pâturages de 1972 à 1976, sous les auspices de la CEE et dans le cadre des activités d'un groupe de travail compétent pour le nitrate d'ammonium en prills. Les tirs d'essais ont été menés en tubes d'acier d'au moins 4'' de diamètre et 5 mm d'épaisseur de paroi.

Nous synthétisons ici la conclusion générale de cette longue étude de la manière suivante :

« Tout nitrate d'ammonium techniquement pur, en prills de porosité suffisante, propage la détonation et, par conséquent, libère beaucoup d'énergie, lorsque l'initiation est réalisée par une charge d'amorçage qui occupe toute la section du tube d'épreuve ».

Nous pouvons dire ici que nous avons convaincu nos collègues des laboratoires étrangers de la nécessité de retenir une épreuve prescrivant l'amorçage de la charge cylindrique de nitrate sur toute sa section, lorsqu'il s'agit de distinguer par tirs d'essais l'aptitude des prills à propager la détonation.

D'autre part, nous sommes maintenant en mesure d'ajouter qu'aucun nitrate en prills, même très poreux, ne réagit considérablement lorsqu'un cordeau détonant lourd (40 g PETN/m) est tendu axialement dans la charge (on retrouve 35 à 50 % du sel à l'état solide dans le tube d'épreuve en acier, qui est légèrement gonflé mais non détruit).

D'où la réponse à la première question préalable

Un amorçage ponctuel bien réalisé se revèle le plus approprié pour mettre un explosif en vrac en situation de manifester au mieux son aptitude à la détonation.

Telle est également la conclusion d'études de longue haleine menées pendant la dernière décennie aux USA en matière d'amorçage de l'explosif ANFO.

C'est là bien entendu une confirmation de poids, supportée notamment par le U.S. Bureau of Mines, d'où il découle, sur base également d'autres constatations et considérations relatives aux explosifs proprement dits, que la conclusion ci-dessus a bien une portée générale.

Elle a d'ailleurs trouvé en Belgique sa vérification sur le terrain, par exemple lors de campagnes de tirs en carrières entreprises de 1970 à 1973 au moyen de la bouillie explosive « Gelite TN » : ce slurry peu sensible à l'amorce — en dépit de sa teneur en TNT qui pouvait atteindre 40 % — ne donnait de résultats suffisants que par amorçage ponctuel, réalisé à l'époque au moyen d'une charge de dynamite

De eerste zijn in het algemeen dichte prills terwijl de tweede meer poreus zijn en een schijnbare zetdichtheid hebben van hoogstens ongeveer 0,8 kg/liter ; hun poreusheid maakt het hen mogelijk minstens 6 % van hun gewicht aan fuel oil te absorberen.

Van 1972 tot 1976 vond op het NIEB-Pâturages schietwerk op de detonatiegeschiktheid plaats onder de auspiciën van de EEG en in het kader van de werkzaamheden van een werkgroep die bevoegd is voor ammoniumnitraat in prills. De proefschoten werden uitgevoerd in stalen buizen met minstens 4'' diameter en 5 mm wanddikte.

Wij maken hier als volgt de synthese van de algemene conclusie van deze lange studie :

« Elk technisch zuiver ammoniumnitraat in prills met voldoende poreusheid, plant de detonatie voort en maakt bijgevolg veel energie vrij wanneer de aanzetting gebeurt met een aanzettingslading die gans de sektie van de proefbuis inneemt ».

Wij kunnen zeggen dat wij onze collega's uit buitenlandse laboratoria overtuigden van de noodzaak om een proef in aanmerking te nemen die de aanzetting voorschrijft van de cilindrische nitraatlading over de ganse sektie, wanneer de geschiktheid tot voortplanting van de detonatie van de prills moet worden onderscheiden door proefschoten.

Anderzijds kunnen wij er nu aan toevoegen dat geen enkel, zelfs zeer poreus, nitraat in prills sterk reageert wanneer een zwaar slagsnoer (40 g PETN/m) axiaal gespannen is in de lading (men vindt 35 tot 50 % zout in vaste toestand in de stalen proefbuis die lichtjes gezwollen maar niet vernietigd is).

Waaruit het antwoord op de eerste voorafgaande vraag volgt :

Een goed uitgevoerde puntsgewijze aanzetting is het best geschikt om een los gestorte springstof het best zijn detonatiegeschiktheid te laten tot uiting komen.

Dit is tevens de conclusie van langdurige studies inzake de aanzetting van de ANFO-springstof welke tijdens het jongste decennium werden gevoerd in de USA.

Dit is vanzelfsprekend een gewichtige bevestiging welke onder meer gesteund wordt door het U.S. Bureau of Mines en waaruit voortvloeit, op grond tevens van andere vaststellingen en overwegingen betreffende de eigenlijke springstoffen, dat de bovenvermelde conclusie algemene draagwijdte heeft. In België werd zij trouwens ter plaatse bewaarheid, bij voorbeeld van 1970 tot 1973 tijdens de schietcampagne in groeven met behulp van de springstofbrij « Gélite TN » : dit slurry dat weinig gevoelig is voor het aanzettingsmiddel — ondanks het TNT-gehalte dat 40 % kon bereiken — gaf enkel bevredigende resultaten bij puntsgewijze aanzetting die toen tot stand werd gebracht door middel van een seismografische dynamietlading die wordt aangezet

sismographique initiée par un cordeau détonant très léger (non capable de provoquer la gazéification de l'explosif en vrac à 15 % d'eau qu'il traverse). Ce principe d'amorçage a, il est vrai, déjà été appliqué également à l'ANFO par certains de nos exploitants de carrières particulièrement soucieux du rendement des tirs d'abatage.

2ème question préalable

Un explosif chargé en vrac doit-il, pour donner de bons résultats de tir, être nécessairement mis en situation de pouvoir manifester son aptitude à la détonation de la meilleure façon possible ?

Dans ce second cas, la réponse est moins simple, car il y a certainement lieu de tenir compte des caractéristiques de l'explosif en vrac mis en œuvre. A condition toutefois de ne pas perdre de vue le postulat selon lequel l'explosif doit absolument libérer son énergie dans les délais les plus brefs à partir du moment de l'amorçage : condition sine qua non pour que les gaz d'explosion soient à même d'exercer, pendant le court laps de temps réservé au travail utile, des pressions aussi élevées que possible sur les parois des fourneaux de mines.

Envisageons, cela étant, deux cas concrets.

Cas de l'explosif ANFO - prills

Considérons divers cordeaux détonants à la penthrite, se distinguant les uns des autres par leur charge par mètre courant, allant de quelques grammes à plusieurs dizaines de grammes : tous ces cordeaux détonent avec une vélocité d'onde de l'ordre de 6000 à 7000 m/s. Si on les utilise pour pratiquer l'amorçage linéaire de l'ANFO dans un diamètre donné et sous confinement fort, on constate, suivant le cas, une action insignifiante sur les grains de nitrate, ou un broyage, ou encore une désensibilisation du vrac ou au contraire l'initiation d'une détonation, éventuellement à bas régime, selon qu'on emploie un cordeau léger ou plus ou moins lourd.

D'après l'expérience australienne, un cordeau à quelque 10 g PETN/m est capable d'initier valablement un ANFO de qualité chargé en fourneaux de diamètres pouvant atteindre 8 pouces ; pour de plus gros diamètres, ce cordeau n'initierait plus l'ANFO ni ne le désensibiliserait.

De toute manière, il importe de souligner que la détonation de l'explosif en vrac, quand elle se produit sur amorçage linéaire, se propage nécessairement en travers du diamètre du trou de mine, c'est-à-dire, à tout prendre, sur des longueurs de l'ordre du décimètre.

Il doit être clair que, bien entendu, le cordeau à la penthrite n'imprime pas son régime propre de détonation à l'explosif en vrac qu'il initie et que, dans les

door een zeer licht slagsnoer (dat de los gestorte springstof met 15 % water waardoor het heen gaat niet kan vergassen). Het is juist dat dit aanzettingsprincipe tevens reeds werd toegepast met ANFO door sommige van onze groeve-ontginners die vooral bekommerd zijn om het rendement van het winningsschieten.

2e voorafgaande vraag

Om goede schietresultaten op te leveren moet een los gestorte springstof noodzakelijkerwijs zijn detonatiegeschiktheid zo goed mogelijk kunnen uiten ?

Het antwoord is in dit tweede geval niet zo eenvoudig omdat er zeker rekening moet worden gehouden met de kenmerken van de gebruikte los gestorte springstof. Op voorwaarde evenwel dat de postulaat niet uit het oog wordt verloren volgens hetwelk de springstof absoluut zijn energie moet vrijmaken binnen zo kort mogelijke tijd na de aanzetting : dit is een voorwaarde sine qua non opdat de ontploffingsgassen tijdens de korte tijdsspanne voor de nuttige arbeid zo hoog mogelijk drukkingen kunnen uitoefenen op de wanden van de mijngaten.

Dit zijnde moeten wij twee concrete gevallen beschouwen :

Geval van de springstof ANFO-prills

Beschouwen we diverse slagsnoeren met penthriet die zich van mekaar onderscheiden door hun lading per strekkende meter, gaande van enkele grammen tot meerdere tientallen grammen : al deze snoeren detoneren met een golfsnelheid van zowat 6.000 tot 7.000 m/s. Indien ze worden aangewend voor een aanzetting in lijn van het ANFO in een gegeven diameter en onder sterke insluiting, stelt men volgens het geval een onbeduidende werking vast op de nitraatkorrels, of een breking, of een desensibilisatie van de los gestorte springstof of integendeel de aanzetting van een detonatie, eventueel bij laag regime, naar gelang een licht of een min of meer zwaar snoer wordt gebruikt.

Volgens de Australische ervaring kan een snoer met ongeveer 10 g PETN/m een kwaliteits-ANFO dat in mijngaten met diameters tot 8 duim werd geladen degelijk aanzetten ; voor grotere diameters zou dit snoer het ANFO noch aanzetten, noch desensibiliseren.

Hoe dan ook, er moet worden onderstreept dat de detonatie van de los gestorte springstof bij aanzetting in lijn zich noodzakelijkerwijs dwars over de mijngatdiameter voortplant, d.w.z. alles beschouwd, over lengtes van zowat een decimeter.

Het is duidelijk dat het penthrietsnoer vanzelfsprekend niet zijn eigen detonatieregime overbrengt op de los gestorte springstof die het aanzet, en dat bij

conditions de l'amorçage linéaire, l'ANFO-prills n'arrive pas non plus à atteindre sa vitesse maximale de détonation sous confinement fort, qui est de 3600 m/s en 4 pouces de diamètre.

Mais il n'en reste pas moins qu'il y a, pour un ANFO donné, et plus spécialement dans les diamètres de forage de 3 à 5 pouces qui intéressent les carriers européens, une relation entre le diamètre foré et la force du cordeau détonant à utiliser. Chacun sait, en effet, qu'un cordeau de force appropriée aux conditions de tir est capable de gazéifier les prills en vrac dans des délais très courts. Et c'est ainsi que, si l'on compare les énergies présentes dans la bulle de gaz produite par le tir sous eau de charges de 4 pouces de diamètre constituées d'un ANFO-prills de qualité, on décèle un même niveau énergétique, que l'on pratique soit l'amorçage ponctuel, soit l'amorçage linéaire par cordeau à 40 g PETN/m ; par contre, le tir avec cordeau à 12 g PETN/m ne libère dans ces conditions qu'une énergie plus basse.

Il s'ensuit qu'en diamètres ne dépassant pas 5'', l'amorçage linéaire de l'ANFO peut être utile mais ne présente pas d'avantages susceptibles de mettre vraiment en balance la sujétion de devoir recourir au cordeau lourd, sauf les exceptions ci-après :

1°) de toute évidence, si la charge du fourneau est réalisée en étages séparés par des bourrages intermédiaires, ou encore s'il y a dans le fourneau des venues d'eau assez importantes à certains niveaux que pour désensibiliser d'importants tronçons de charge avant le tir ;
2°) dans une certaine mesure, si le manque de consistance du massif à abattre est à l'origine de conditions de tir avec confinement cédant aisément à la poussée des gaz ;
3°) s'il échet, en cas de mise en œuvre d'un ANFO de piètre qualité.

Cas des bouillies explosives

Ici, seule une réaction détonante peut arriver à gazéifier rapidement l'explosif, qui a une composition aqueuse.

Pour la « Gelite TN », de faible sensibilité à l'amorce, on a vu que l'amorçage linéaire n'était pas praticable.

Il s'est d'ailleurs révélé d'une façon générale qu'un cordeau détonant trop faible pour mettre un explosif-bouillie en situation de manifester son aptitude à la détonation, exerce alors une action désensibilisante.

Dans le cas particulier des bouillies à l'aluminium actuellement utilisées en Belgique, on constate toujours une haute sensibilité à l'amorce ; pareille caractéristique apparaît comme indispensable, eu égard à la structure de ces explosifs, pour conférer à la bouillie une bonne aptitude à la détonation dans les conditions de pression statique qui existent dans un

aanzetting in lijn de ANFO-prill zijn maximale detonatiesnelheid onder sterke insluiting van 3.600 m/s over 4 duim diameter niet meer kan bereiken.

Maar niettemin bestaat er voor een gegeven ANFO, en meer in het bijzonder in de boordiameters van 3 tot 5 duim waarvoor de Europese groeve-ontginners zich interesseren, een verband tussen de geboorde diameter en de kracht van het te gebruiken slagsnoer. Iedereen weet immers dat een snoer met aangepaste kracht aan de schietomstandigheden de losse prills op zeer korte tijd kan vergassen. Indien men de energie vergelijkt in de gasbel veroorzaakt door het onder water afvuren van ladingen met 4 duim diameter bestaande uit een kwaliteits-ANFO-prills, bemerkt men zo een zelfde energieniveau, of men nu de puntsgewijze of de aanzetting in lijn toepast met een snoer met 40 g PETN/m ; bij het schieten met een snoer met 12 g PETN/m daarentegen komt in deze omstandigheden slechts minder energie vrij.

Hieruit volgt dat bij diameters tot 5'' de aanzetting in lijn van het ANFO nuttig kan zijn maar geen voordelen biedt om werkelijk het voor en tegen af te wegen van de gebondenheid om de toevlucht te moeten nemen tot een zwaar snoer, behalve bij de volgende uitzonderingen :

1°) uiteraard, indien de lading van het mijngat werd uitgevoerd in verdiepingen gescheiden door tussenproppen, of nog indien er zich in het mijngat op bepaalde hoogten aanzienlijke watertoevloed voordoet waardoor grote ladingstukken vóór het afschieten worden gesensibiliseerd ;
2°) in enige mate, indien het gebrek aan consistentie van het af te bouwen gesteente aanleiding geeft tot schietomstandigheden met insluiting die gemakkelijk wijkt voor de gasdrukken ;
3°) eventueel, in geval van uitvoering van een ANFO van povere kwaliteit.

Geval van springstofbrijen

Hier slaagt enkel een detonerende reactie erin de springstof met waterige samenstelling snel te vergassen.

Voor « Gélite TN » met zwakke gevoeligheid voor het aanzettingsmiddel, stelde men vast dat de aanzetting in lijn niet kon worden toegepast.

Het werd overigens algemeen duidelijk dat een slagsnoer dat te zwak is om een springstofbrij haar detonatiegeschiktheid te laten ten toon spreiden, dan een desensibiliserende werking uitoefent.

In het bijzondere geval van de thans in België gebruikte aluminiumbrijen stelt men steeds een hoge gevoeligheid voor het aanzettingsmiddel vast ; gezien de structuur van deze springstoffen blijkt een dergelijk kenmerk onontbeerlijk te zijn om de brij een goede detonatiegeschiktheid te geven in de omstandigheden van statische druk die heersen in een 10 tot 40 m hoog mijngat.

fourneau de mine de 10 à 40 m de hauteur. On ne voit dès lors pas, sur un plan technique, pourquoi recourir à l'amorçage au cordeau sur toute la hauteur chargée puisque l'explosif en vrac est dans ce cas, par lui-même, très apte à propager la détonation.

D'autant plus qu'avec les bouillies, qui sont des explosifs aptes à détoner sous eau et de densités supérieures à l'unité, ne se présentent pas les éventualités d'exception à retenir, comme ci-avant, dans le cas de l'ANFO.

Réponse à la deuxième question préalable

Un explosif sec peut donner de bons résultats de tir sans être nécessairement mis en situation de pouvoir manifester au mieux son aptitude à détoner et, spécialement pour l'ANFO, l'amorçage au cordeau détonant présente dans certains cas des avantages.

Les bouillies explosives se rangent en deux catégories :

- *celles peu sensibles à l'amorce requièrent l'initiation de la détonation par amorçage ponctuel ;*
- *celles qui sont très sensibles à l'amorce peuvent, à la rigueur, être initiées au cordeau détonant de force appropriée pour un bon rendement du tir.*

*
* *

Après avoir répondu ainsi aux questions préalables, toutes deux relatives à la technique de fonctionnement des explosifs brisants en vrac, le moment est venu de se demander quel est le mode d'amorçage le plus rationnel au point de vue de la technique de réalisation des grands tirs d'abattage.

Eu égard notamment à l'expérience américaine, des avantages particuliers reviennent à l'amorçage ponctuel, qui offre la possibilité de placer la charge contenant le détonateur au niveau de la hauteur minée où le rocher se révèle le plus difficile à morceler.

Agissant alors sous confinement maximum, l'explosif est ainsi mis en situation de développer les plus hautes pressions de gaz aux endroits où justement elles sont nécessaires, étant entendu que n'est d'ailleurs pas exclu le placement d'une charge d'amorçage à plusieurs niveaux lorsque besoin en est.

Au moment du tir, c'est dans ces conditions au(x) niveau(x) d'amorçage que s'observent les premiers mouvements qui déplacent le massif miné, et on comprend que le phénomène peut avoir pour conséquence d'atténuer l'action des gaz en travail aux autres niveaux du gradin, en raison d'une perte de confinement. Pareil effet différentiel de l'explosif sur la hauteur minée n'est pas réalisable avec l'amorçage

Technisch beschouwd ziet men bijgevolg niet in waarom men een beroep zou doen op de aanzetting met een snoer over de ganse geladen hoogte vermits de los gestorte springstof in dit geval zelf goed geschikt is om de detonatie voort te planten. Te meer daar met de brijen die springstoffen zijn welke geschikt zijn om onder water te detoneren en waarvan de dichtheid hoger ligt dan de eenheid, zich geen mogelijke uitzonderingsgevallen voordoen waarmee rekening moet worden gehouden, zoals hiervoor in het geval van ANFO.

Antwoord op de tweede voorafgaande vraag

Een droge springstof kan goede schietresultaten opleveren zonder noodzakelijkerwijs in de gelegenheid te worden gesteld om het best haar detonatiegeschiktheid te kunnen tonen en, vooral voor ANFO, biedt de aanzetting met een slagsnoer in sommige gevallen voordelen.

De springstofbrijen kunnen in twee categorieën worden ondergebracht :

- *zij die weinig gevoelig zijn voor het aanzettingsmiddel vergen de initiatie van de detonatie door puntsgewijze aanzetting ;*
- *zij die erg gevoelig zijn voor het aanzettingsmiddel kunnen desnoods worden aangezet met een slagsnoer waarvan de kracht aangepast is voor een goed schietrendement.*

*
* *

Na aldus te hebben geantwoord op de voorafgaande vragen die beide betrekking hebben op de werkingstechniek van de los gestorte brisante springstoffen, is het ogenblik gekomen om zich af te vragen welke aanzettingswijze de meest rationele is uit het oogpunt van de uitvoeringstechniek van grote winningsschoten.

Onder meer rekening houdend met de Amerikaanse ervaring, behoren bijzondere voordelen aan de puntsgewijze aanzetting die de mogelijkheid biedt om de lading met de detonator ter hoogte van de ondermijnde hoogte aan te brengen, daar waar het rotsgesteente het moeilijkst te verbrijzelen lijkt.

Dan werkend onder maximuminsluiting is de springstof dus in de gelegenheid om de hoogste gasdrukken te ontwikkelen op de plaatsen waar ze juist nodig zijn, met dien verstande dat het overigens niet uitgesloten is dat, wanneer nodig, een aanzettingslading wordt aangebracht op verschillende hoogten.

Op het ogenblik van de afvuring is het in deze omstandigheden dat op het (de) ontstekingsniveau(s) de eerste bewegingen worden waargenomen die het ondermijnde gesteente verplaatsen, en men begrijpt dat het verschijnsel de werking van de gassen kan temperen die in werking zijn op de andere trapniveaus, wegens een insluitingsverlies. Een dergelijk differentieel effect van de springstof op de onder-

linéaire. A noter de surcroît que l'initiation par cordeau qui détone à partir des orifices des trous de mines et à travers le bourrage, affaiblit ce dernier dès les premiers instants de la mise à feu suite à expulsions de matières chassées vers le haut, d'où pertes de confinement préjudiciables au travail utile de l'explosif.

D'où la réponse qui nous paraît devoir être donnée au problème fondamental de l'amorçage rationnel des grosses mines chargées d'explosif en vrac :

Sauf cas d'espèce, il y a lieu de préférer l'amorçage ponctuel à l'amorçage linéaire, étant entendu que l'amorçage ponctuel est à réaliser sur toute la section forée.

Certes, l'application d'un tel principe postule une réforme des usages les plus courants dans les carrières belges. Mais nous sommes convaincus que le jeu en vaut la chandelle dès l'instant qu'il s'agit de perfectionner la méthode des tirs d'abattage en masse.

Quel moyen technique utiliser maintenant pour réaliser l'amorçage ponctuel ?

La mise en œuvre de détonateurs électriques en grands fourneaux de mines n'est guère recommandable, pour des raisons évidentes de sécurité. Les microcordeaux, dont la charge en penthrite par mètre courant est de l'ordre du gramme, donnent de bons résultats avec l'ANFO, mais ne dispensent pas de l'utilisation d'un booster en dynamite sismographique. Ils sont nettement moins satisfaisants avec les bouillies, qu'ils perturbent dans leur structure.

Heureusement, un moyen technique nouveau est actuellement disponible : il s'agit du détonateur dénommé « Nonel » qui est fourni en montage d'origine sur cordon tubulaire en matière plastique, de diamètre 3 mm et de longueurs appropriées aux profondeurs des trous. Au jour, les cordons se raccordent très simplement les uns aux autres par des dispositifs de connexion, de manière telle que, lors de la mise à feu, le réseau de cordons véhicule, à quelque 2000 m/s et sans dommage ni pour lui ni pour son entourage, une microflamme qui allume chaque détonateur pratiquement au temps zéro.

Les détonateurs existent dans une large gamme de courts retards qui fonctionnent avec régularité.

Cette belle réalisation pyrotechnique, d'origine suédoise, procure un avantage manifeste sur le tir à retards avec cordeau détonant : le feu est en effet mis à chaque détonateur avant que la mine la plus hâtive ne saute, en sorte que les mouvements de terrain sur tir, même les plus précoces, ne sont pas en mesure d'affecter la transmission du feu aux charges d'amorçage.

*

mijnde hoogte is niet mogelijk met aanzetting in lijn. Daarenboven moet worden genoteerd dat de aanzetting met een snoer, dat detoneert vanuit de openingen van de mijngaten en doorheen het propsel, deze laatste verzwakt vanaf de eerste ogenblikken van de aanzetting, naar aanleiding van de verdrijving van naar boven gestuwde stoffen waardoor insluitingsverliezen ontstaan die nadelig zijn voor de nuttige arbeid van de springstof.

Hieruit volgt het antwoord dat wij menen te moeten geven op het fundamentele probleem van de rationele aanzetting met los gestorte springstoffen van mijngaten met grote diameter :

Behalve speciale gevallen moet er voorkeur worden gegeven aan de puntsgewijze aanzetting boven de aanzetting in lijn, gezien de puntsgewijze aanzetting over de ganse geboorde sektie wordt uitgevoerd.

De toepassing van een dergelijk principe vergt weliswaar een hervorming van de meest voorkomende gebruiken in de Belgische groeven. Maar wij zijn ervan overtuigd dat de kool het sop waard is wanneer het erom gaat de methode van het massawinningsschieten te verbeteren.

Welk technisch middel gebruiken om de puntsgewijze aanzetting uit te voeren ?

De uitvoering van elektrische detonatoren in grote mijngaten is nauwelijks aan te bevelen om duidelijke veiligheidsredenen. De microsnoeren waarvan de penthrietlading per strekkende meter een gram beloopt leveren goede resultaten op met ANFO, maar zijn niet vrij van de aanwending van een booster van seismografisch dynamiet. Ze zijn duidelijk minder bevredigend met de brijen, waarvan zij de structuur verstoren.

Gelukkiglijk is er thans een nieuw technisch middel ter beschikking : het is de detonator, « Nonel » genaamd, die in zijn oorspronkelijke montage wordt geleverd op een buisvormig snoer van kunststof met 3 mm diameter en met aangepaste lengte aan de diepte van de gaten. In de open lucht zijn de snoeren zeer eenvoudig met mekaar te verbinden door aansluitingen zodat het snoerennet tijdens de aanzetting, zonder schade te berokkenen aan zichzelf of aan de omgeving, een microvlam vervoert die elke detonator nagenoeg op de nultijd aanzet.

De detonatoren bestaan in een ruim gamma met geringe vertraging die regelmatig werken. Deze mooie pyrotechnische verwezenlijking van Zweedse oorsprong verschaft een duidelijk voordeel op het tijdschieten met slagsnoer : het vuur wordt immers aan elke detonator gestoken voordat de snelste mijn springt zodat de grondbewegingen bij het schieten, zelfs de allereerste, de transmissie van het vuur op de aanzettingsladingen niet kunnen aantasten.

*

* *

A titre d'exemple, traitons un cas concret de trois manières différentes, en envisageant tant la mise en œuvre des explosifs utilisés pour le chargement en vrac que le choix et la disposition des moyens d'amorçage appropriés.

A cet effet, dans un quadrillage de mines verticales ou quasi-verticales d'abattage d'un gradin d'exploitation d'une vingtaine de mètres de hauteur, caractérisé par des difficultés de dégagement du pied, envisageons le chargement d'un fourneau foré avec un taillant de 90 mm de diamètre jusqu'à une profondeur descendant plus bas que l'aire de la carrière (afin de ne pas tirer de mines horizontales de pied).

Notons d'emblée que le surforage sera toujours dépourvu de détonateur, non seulement pour des raisons en rapport avec les vibrations du sol engendrées par le tir, mais surtout parce qu'il ne s'agit pas de morceler la roche sous l'aire de carrière, laquelle autrement irait en s'inclinant.

Voici quels pourraient être, à notre avis, les schémas de chargement les plus recommandables suivant qu'on tire à l'ANFO, à l'Iregel 406 ou au moyen d'une bouillie à l'aluminium qui pourrait être simplement versée en trous de mines.

Minage à l'ANFO

Si le fourneau est sec ou simplement humide, versage d'ANFO pour arriver au niveau de l'aire de carrière, puis descente au bout d'un cordon Nonel d'une cartouche d'Alsilite d'au plus 65 mm de diamètre contenant un détonateur à temps (t).

Ensuite, versage de Triamite pour en noyer la cartouche-amorce puis d'ANFO jusqu'aux 2/3 de la hauteur à charger ; descente au bout d'un second cordon Nonel d'une cartouche d'Alsilite d'au plus 65 mm de diamètre, contenant un détonateur à temps (t + 1), puis complément de la charge au moyen de Triamite et d'ANFO, comme ci-avant, et enfin bourrage.

Si le fourneau est noyé dans le pied, chute de cartouches de dynamite ou d'Iremite 110 pour arriver au niveau de l'aire de carrière ou au-dessus si la hauteur noyée l'exige, ensuite descente au bout d'un cordon Nonel d'une cartouche d'au plus 65 mm de diamètre, amorcée comme dans le premier cas, puis même suite des opérations.

En variante, si le gradin comporte par exemple dans sa tranche supérieure beaucoup de bancs rocheux géologiquement assez disloqués, chargement du pied comme ci-avant jusqu'en tête des bancs massifs. Puis descente d'une cartouche de dynamite sismographique au bout d'un Supercord 40 g/m prolongé par un court brin de Microcord 1,5 g/m (à noter que le cordeau lourd initie le cordeau très léger,

Als voorbeeld behandelen wij een concreet geval op drie verschillende manieren, zowel oog hebbend voor de uitvoering van de voor de los gestorte lading gebruikte explosieven als voor de keuze en de opstelling van de geschikte aanzettingsmiddelen. In een netwerk van vertikale of quasi-vertikale winningsmijnen van een exploitatietrap van een twintigtal meters hoog, gekenmerkt door een moeilijke vrijmaking van de voet, beschouwen wij te dien einde de lading van een mijngat geboord met een boorkop met 90 mm diameter tot op een diepte lager dan de groevebodem (om geen horizontale voetmijnen af te vuren).

Van bij de aanvang stellen wij vast dat bij het diep boren nooit een detonator wordt aangewend, niet alleen om redenen in verband met de door het schieten veroorzaakte grondtrillingen, maar vooral omdat het gesteente onder de groevebodem niet mag worden verbrokkeld daar die anders zou gaan hellen.

Ziehier naar ons inziens de meest aanbeveelbare ladingsschema's naar gelang men schiet met ANFO, Iregel 406 of met behulp van een aluminiumbrij die eenvoudigweg in de mijngaten kan worden gegoten.

Schieten met ANFO

Indien het mijngat droog is of enkel vochtig, gieten van ANFO tot op de hoogte van de groevebodem, daarna neerlaten aan het uiteinde van een Nonel-snoer van een Alsilite-patroon tot 65 mm diameter met een tijdontsteker (t). Voorts uitgieten van Triamite om er de aanzettingspatroon in onder te dompelen en daarna van ANFO tot op 2/3 van de te vullen hoogte ; neerlaten aan het uiteinde van een tweede Nonel-snoer van een Alsilite-patroon tot 65 mm diameter met een tijdontsteker (t + 1), dan aanvullen van de lading met behulp van Triamite en ANFO zoals hiervoor en ten slotte afstoppen.

Indien het mijngat ondergedompeld is in de voet, laten vallen van dynamiet- of Iregel 110-patronen tot op de hoogte van de groevebodem of hoger indien de ondergedompelde hoogte dat vereist, daarna neerlaten aan het uiteinde van een Nonel-snoer van een patroon tot 65 mm diameter, ontstoken zoals in het eerste geval, verder zelfde verloop van de handelingen.

Als variante, indien de trap bij voorbeeld in zijn bovenste gedeelte geologisch nogal veel gestoorde rotsachtige banken bevat, opvulling van de voet zoals hiervoor tot bovenaan de massieve banken. Dan neerlaten van een seismografisch dynamietpatroon aan het uiteinde van een Supercord 40 g/m verlengd door een kort stukje Microcord 1,5 g/m (op te merken zij dat het zware snoer het zeer lichte snoer aanzet

mais que l'inverse n'est pas vrai) ; le Supercord est amorcé au jour par un détonateur à temps (t + 1).

Versage de Triamite pour en noyer la cartouche, puis de poussière de forage pour réaliser un bourrage intermédiaire. Enfin, complément de charge à l'ANFO, avec, s'il échet, d'autres bourrages intercalaires, et bourrage final.

On comprend que, dans les deux premiers cas, le coup de mine part du pied au temps (t) et le détonateur à temps (t + 1) n'a pas de rôle, sauf celui de rattraper le coup de mine en cas de raté du détonateur de pied. Bien entendu on peut aussi, si c'est utile, amorcer par deux détonateurs de temps (t) uniquement, par exemple si un banc surincombant est plus résistant que ses voisins.

Dans l'éventualité décrite ci-dessus en variante, le coup de mine part également du pied, sauf raté du détonateur placé au fond ; celui placé au jour fait partir au temps (t + 1) le cordeau lourd qui agit sur l'ANFO et qui, en cas de besoin, via le cordeau léger et le booster en dynamite sismographique, rattrape la partie inférieure du coup de mine ayant raté par défaut du détonateur de pied.

maar dat het omgekeerde niet waar is) ; de Supercord wordt in de open lucht aangezet met een tijdontsteker (t + 1).

Uitgieten van Triamite om er de patroon in onder te dompelen, daarna van boorgruis om een tussenopstopping te vormen. Ten slotte, aanvullen met ANFO met eventueel andere tussenopstoppingen en de eindopstopping.

Men begrijpt dat in de eerste twee gevallen, het schot aan de voet vertrekt op tijd (t) en de tijdontsteker (t + 1) speelt geen rol behalve deze om het mijngat toch aan te zetten ingeval de voetdetonator ketst. Indien nodig kan men vanzelfsprekend ook aanzetten met enkel twee tijdontstekers (t), bij voorbeeld wanneer een bovenliggende bank meer weerstand biedt dan de buurbanken.

In de hierboven als variante omschreven mogelijkheid vertrekt het schot tevens van aan de voet, behalve wanneer de binnen in het mijngat aangebrachte detonator ketst ; die welke in de open lucht werd aangebracht doet het zware snoer vertrekken op tijd (t + 1) dat inwerkt op het ANFO en indien nodig, via het lichte snoer en de booster van seismografisch dynamiet, het onderste gedeelte van de mijn toch aanzet die weigerde door het ingebreke blijven van de voetdetonator.

Minage au Slurry versable

Il s'agit d'une bouillie à l'aluminium, donc très sensible à l'amorce, fournie par exemple en récipients portatifs d'origine adaptés à l'opération de versage en trous de mines.

Pour autant que pareille bouillie puisse présenter les caractéristiques voulues pour se mettre en place dans les fourneaux, même ceux noyés d'eau, sous l'effet de la pesanteur, alors le schéma de chargement est dans tous les cas fort simple : c'est celui décrit ci-dessus pour l'ANFO en fourneau sec, l'Alsilite étant remplacée par l'Iremite 110 et le slurry versable jouant à la fois le rôle de la Triamite et de l'ANFO.

Schieten met een gietbaar Slurry

Het gaat over een aluminiumbrij, dus zeer gevoelig voor het aanzettingsmiddel, bij voorbeeld geleverd in oorspronkelijk draagbare recipiënten die werden aangepast om in mijngaten te worden uitgegoten. Voor zover een dergelijke brij de gewenste kenmerken vertoont om haar plaats in te nemen in de mijngaten, zelfs wanneer deze onder water staan, onder invloed van de zwaartekracht, is het vulschema in alle gevallen erg eenvoudig : het is hetwelke hierboven voor ANFO in droge mijngaten werd omschreven, waarbij Alsilite vervangen werd door Iremite 110 en het gietbare slurry tegelijkertijd de rol van Triamite en van ANFO speelt.

Minage à l'Iregel 406

Chute de cartouches d'Iremite 110 pour arriver au niveau de l'aire de carrière, puis descente au bout d'un cordon Nonel d'une cartouche d'Iremite 110 d'au plus 65 mm de diamètre, contenant un détonateur à temps (t).

Mise en place de toute la charge d'Iregel 406 par une seule injection en trou de mine à partir du camion-fabricant, puis descente sur cette charge, au bout d'un second cordon Nonel, d'une cartouche d'Iremite 110 d'au plus 65 mm de diamètre, contenant un détonateur à temps (t + 1) ; enfin, bourrage.

Schieten met Iregel 406

Laten vallen van patronen van Iremite 110 om de hoogte van de groevebodem te bereiken, daarna neerlaten aan het uiteinde van een Nonel-snoer van een patroon van Iremite 110 tot 65 mm diameter met een tijdontsteker (t).

Aanbrengen van de ganse lading Iregel 406 door een enkele inspuiting in het mijngat vanaf de bereidingsvrachtwagen, dan neerlaten op deze vulling aan het uiteinde van een tweede Nonelsnoer van een patroon van Iremite 110 tot 65 mm diameter met een tijdontsteker (t + 1) ; ten slotte opstopping.

On constate que les opérations de chargement au moyen des explosifs-bouillies précités sont plus simples qu'avec l'ANFO, ceci grâce aux caractéristiques d'aptitude à la détonation de telles bouillies sensibilisées à l'aluminium.

Il tombe sous le sens qu'on peut aussi réaliser des chargements mixtes au moyen de bouillies dans le pied et d'explosif sec dans le haut du gradin, avec ou sans bourrages intermédiaires.

Les schémas de l'espèce se conçoivent aisément par application des principes détaillés ci-dessus, en ayant présent à l'esprit que les bouillies à l'aluminium sont par elles-mêmes capables de jouer, vis-à-vis de l'ANFO, le rôle de booster adéquat occupant toute la section forée.

L'application convenable des principes régissant l'amorçage rationnel des explosifs en vrac chargés en gros diamètre est, à notre avis, la clef des progrès à réaliser dans les techniques du minage en carrière. La pratique de l'amorçage ponctuel est certainement susceptible de faciliter l'élimination des mines horizontales de pied dans le plan de forage, grâce à un meilleur contrôle du travail de l'explosif aux différents niveaux des mines verticales : l'exploitant peut dans ces conditions ajuster par tâtonnements la profondeur à donner au surforage, eu égard aux caractéristiques du gisement et du minage pratiqué, et éviter le surforage trop court, qui laisse subsister des monticules sur l'aire de carrière, de même que le surforage trop long, qui crée des dénivellations en cuvettes.

On sait en effet combien ce réglage est difficile, voire impossible, lorsqu'on pratique l'amorçage linéaire.

* * *

En conclusion, il apparaît bien que les possibilités techniques actuelles mettent l'exploitant averti en situation de pouvoir réaliser de sensibles progrès aux points de vue tant du rendement des tirs primaires que de la sécurité d'emploi des explosifs, à condition de conjuguer rationnellement les caractéristiques des explosifs en vrac avec les possibilités modernes d'amorçage, bien entendu dans le cadre des conditions de gisement ainsi que des objectifs d'exploitation de la carrière.

Mais les temps sont révolus où l'explosif chargé, par exemple la dynamite, et le moyen d'amorçage utilisé, par exemple le cordeau détonant à 12 g PETN/m, se trouvaient réunis en fourneau de mine à la faveur d'opérations de minage tout à fait stéréotypées.

Des possibilités nouvelles existent, dont il s'agit de tirer parti à la lumière des réalités actuelles de la technique des explosifs.

Men stelt vast dat de lading met behulp van de voormelde springstofbrijen eenvoudiger is dan met ANFO dank zij de detonatiegeschiktheidskenmerken van dergelijke met aluminium gesensibiliseerde brijen.

Het ligt voor de hand dat men ook gemengde ladingen kan uitvoeren met behulp van brijen in de voet en droge springstof in het bovenste gedeelte van de trap, met of zonder tussenopstoppingen.

De schema's van het geval zijn gemakkelijk te begrijpen door toepassing van de hierboven in detail aangegeven principes, en ermee rekening houdend dat de aluminiumbrijen ten opzichte van het ANFO zelf de rol kunnen spelen van geschikte booster welke de ganse geboorde sektie in beslag neemt.

De gepaste toepassing van de principes welke de rationele aanzetting beheren van de los gestorte springstoffen in grote diameters is ons inziens de sleutel voor de tot stand te brengen vooruitgang in de schiettechnieken voor de groeven. De uitvoering van de puntsgewijze aanzetting kan zeker de uitschakeling van de horizontale voetmijnen in het boorplan vergemakkelijken dank zij een betere beheersing van de werking van de springstof op de verschillende niveaus van de vertikale mijnen : de ontginner kan in deze omstandigheden door proefnemingen de diepte voor het dieper boren aanpassen gelet op de kenmerken van de afzetting en van het toegepaste schieten, en een te kort dieper boren vermijden dat heuveltjes achterlaat op de groevebodem, evenals het te lang dieper boren dat hoogteverschillen tot stand brengt in komvorm.

* * *

Men weet immers hoe moeilijk, ja zelfs hoe onmogelijk deze afstelling is wanneer de aanzetting in lijn wordt uitgevoerd.

Tot besluit blijkt duidelijk dat de huidige technische mogelijkheden de op de hoogte zijnde ontginner in de gelegenheid stellen aanzienlijke vooruitgang te boeken zowel inzake het rendement van de primaire schoten als inzake de gebruiksveiligheid van de springstoffen, op voorwaarde dat de kenmerken van de los gestorte springstoffen rationeel worden samengevoegd met de moderne aanzettingsmogelijkheden, vanzelfsprekend in het kader van de afzettingsomstandigheden evenals van de ontginningsdoelstellingen voor de groeve.

Maar de tijd is voorbijgestreefd waarin de geladen springstof, bij voorbeeld dynamiet, en het aangewende aanzettingsmiddel, bij voorbeeld het slagsnoer met 12 g PETN/m, samen in een mijngat voorkwamen met het oog op volkomen stereotype schietwerken.

Er bestaan nieuwe mogelijkheden waaruit voordeel moet worden gehaald in het licht van de huidige werkelijkheid van de springstoffentechniek.

Ouvrages consultés

— « Comportement explosif des nitrates d'ammoniaque et ammonitrates fabriqués en France », par l'I.A.P. Goliger, du Laboratoire de la Commission des Substances explosives, septembre 1971.
— « Etude sur la détonabilité correlée aux caractéristiques physico-chimiques des ammonitrates granulés (prills) », document XI/I/75 de la Commission des Communautés Européennes.
— « Puzzled about primers for large-diameter ANFO charges ? Here's some help to end the mystery », revue Coal Age, août 1976.
— « VIIe session de la Commission européenne pour la normalisation des essais sur les explosifs », communications et échanges de vues à Dalarö (S), juin 1976, compte rendu à paraître dans la revue « Propellants and Explosives ».

Geraadpleegde werken

— « Comportement explosif des nitrates d'ammoniaque et ammonitrates fabriqués en France », door het I.A.P. Goliger van het Laboratoire de la Commission des Substances explosives, september 1971.
— « Etude sur la détonabilité correlée aux caractéristiques physico-chimiques des ammonitrates granulés (prills) », document XI/I/75 van de Commissie van de Europese Gemeenschappen.
— « Puzzled about primers for large-diameter ANFO charges ? Here's some help to end the mystery », tijdschrift Coal Age, augustus 1976.
— « VIIe session de la Commission européenne pour la normalisation des essais sur les explosifs », mededelingen en gedachtenwisselingen te Dalarö (S), juni 1976, in het tijdschrift « Propellants and Explosives » te verschijnen verslag.

Sélection des fiches d'INIEX

INIEX publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet,* à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.

b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet,* donnant des vues sur toutes les nouveautés.

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE — GISEMENTS PROSPECTION — SONDAGES

IND. **A 2544** Fiche n. **65.569**

X. Vale of Belvoir coal reserves. *Les réserves de charbon du Val de Belvoir.* — **Colliery Guardian,** 1977, janvier, p. 14/17, 1 fig.

Quoique le programme de prospection et l'évaluation finale des réserves ne soient pas complètement terminés, l'extension définitive du bassin charbonnier du Val de Belvoir est maintenant bien définie et les réserves sont estimées à environ 450 Mio.t. Des explorations complémentaires au N.E. et à l'O. au-delà du Val ont confirmé que les 2 principales couches, la Deep Main de 2,55 m d'ouverture et la Parkgate de 2,70 m, étaient présentes et les réserves de cette zone sont estimées à 90 Mio.t. A l'E. du Val, en direction de Granthan, ces 2 couches n'existent plus, mais il y a 2 autres veines, la Top Bright de 1,50 m à 5,1 m d'ouverture et la Dunsil/Waterloo de 5,1 m ; les réserves sont estimées à 140 Mio.t. Il est certain maintenant que les réserves permettront une production annuelle de plus de 3 Mio.t. Suite au rapport d'experts extérieurs, le NCB décidera de la nature des exploitations dans ce bassin. Discussion sur la mise en valeur de ces nouvelles réserves de charbon en tenant compte de la récession actuelle de l'exploitation du pétrole et du gaz naturel de la Mer du Nord et des perspectives énergétiques à long terme.

IND. **A 354** Fiche n. **65.546**

X. Uranium mining in Australia : dreams and reality. *Exploitation de l'uranium en Australie : rêves et réalité.* — **Mining Engineering,** 1977, janvier, p. 20/25, 5 fig.

Les ressources connues d'oxyde d'uranium, en Australie, sont légèrement plus grandes que celles des USA. La Commission d'Energie Atomique Australienne estime celles-ci à 417.000 t d'U_3O_8 , dont le prix de revient serait moins de 15 $/livre et plus de la moitié à moins de 10 $/livre. En 7 ans, les réserves sont passées de 5 % à 20 % des réserves mondiales, grâce à un travail de prospection intensif. Pour le début 1980, si les projets d'exploitation sont autorisés, le pays pourra produire 10.900 t/an d'U_3O_8. Revue des principaux projets dont les 3/4 sont localisés dans le nord ; localisation, géologie, teneur des gisements, traitement du minerai,... ; projets de Jabiluka, Jabinu, Yeelirie, Koongarra, Nabarlek, Mary Kathleen.

B. ACCES AU GISEMENT METHODES D'EXPLOITATION

IND. **B 113** Fiche n. **65.637**

J.H. ALLEN. A review of reverse circulation big hole drilling methods. *Revue des méthodes de forage des trous de grand diamètre avec circulation renversée.* — **World Coal,** 1977, février, p. 20/24, 5 fig., 5 tabl.

Depuis 1970, la technique d'air lift (procédé de remontée du liquide par injection d'air) à circulation renversée est de plus en plus employée dans les forages rotatifs de grand diamètre. De l'air comprimé est injecté dans l'espace annulaire de deux tuyaux concentriques submergés dans un liquide et est diffusé vers le centre des tuyaux ; les bulles d'air s'élevant à travers le liquide diminuent le poids de la colonne et le liquide est alors élevé par la pression atmosphérique. Formules pour calculer le débit du liquide pour la remontée des débris de forage et du volume d'air à injecter dans le liquide (eau). Exemple.
Biblio. : 12 réf.

IND. **B 19** Fiche n. **65.560**

L. DRESEN, U. CASTEN et Coll. Ingenieurgeophysikalischer Nachweis verlassener Schächte und dessen Überprufung durch Bohrungen. *Méthodes géophysiques utilisées par l'ingénieur pour la localisation des puits abandonnés et contrôle par sondages.* — **Glückauf,** 1976, 2 décembre, p. 1319/1324, 9 fig.

Des puits abandonnés qui n'étaient plus visibles de la surface ont été détectés par des méthodes sismiques, microgravimétriques et magnétiques. La vérification des emplacements déterminés par ces méthodes a été confirmée par des sondages obliques.
Biblio. : 16 réf.

IND. **B 33** Fiche n. **65.607**

X. Creusement mécanique des voies au charbon. - Nouvelle machine de traçage : brise-roche hydraulique Montabert. — **Charbonnages de France. Publications Techniques,** 1976, n° 5, p. 291/296, 2 fig., 1 tabl.

Description d'un essai de la Co.R.T., terminé avec succès en 1975. Historique, mises au point et adaptations nécessaires. Description de la machine (équipements hydro-électriques). Mouvements et fonctionnement du bras, du brise-roche hydraulique et de la table. Scrapage. Sécurités sur les circuits hydrauliques. Fonction de la machine ainsi équipée. Conditions de l'essai à Liévin. Tableau des résultats, avec rendements, dans des conditions normales ou difficiles. Incidents et mises au point de la machine ; ses avantages d'utilisation, notamment en zone très grisouteuse.
Résumé de la Revue.

IND. **B 4110** Fiche n. **65.583**

J.R. DEWEY et J.P. AMAN. Longwall mining of trona. *Exploitation du trona par longue taille.* — **Mining Congress Journal,** 1976, décembre, p. 52/55 et 75, 8 fig.

La mine de l'Allied Chemical Trona (Wyoming) exploite une couche de trona (carbonate sesqui de sodium naturel) dont l'ouverture varie de 2,40 m à 3,30 m. Le toit au-dessus de la couche est schisteux et convient parfaitement pour une exploitation par longue taille. La première exploitation par cette méthode a démarré en 1973, une 2ème en 1975 et une 3ème est en préparation. Les 2 premiers panneaux ont un développement de 600 m et le 3ème est prévu pour une longueur de 1200 m ; la longueur des tailles est d'environ 150 m. Schéma montrant le découpage des panneaux. L'abattage est réalisé par une haveuse à double tambour Eickhoff, le soutènement par piles Joy Gullick de 6 étançons et de 510 t de capacité ; le convoyeur de taille Eickhoff est entraîné par 2 moteurs de 125 cv, un à chaque extrémité et le débit est de 600 t/h. Dans la voie, convoyeur-répartiteur et courroie. Aucun problème de foudroyage qui suit normalement. Problèmes rencontrés pour la mise au point du matériel prévu pour le charbon et pour la formation du personnel. Augmentation continue de la productivité (10 %) depuis la 1ère exploitation par longue taille ; une étude récente montre que celle-ci pourrait augmenter encore de 18 % suite à une meilleure formation du personnel.

IND. **B 50** Fiche n. **65.550**

P. de COUSSEMAKER. Les grandes exploitations minières à ciel ouvert dans le monde. — **Industrie Minérale,** 1976, décembre, p. 551/557, 4 fig., 4 tabl.

Exposé d'ensemble sur les grandes exploitations à ciel ouvert dans le monde (sont exclus les matériaux dits de « carrière »). Renseignements statistiques : évolution aux USA depuis 1936 de la proportion des divers minerais extraits à ciel ouvert, proportion extraite à ciel ouvert en 1964 pour l'ensemble du monde par rapport aux USA, proportion de cuivre extrait à ciel ouvert en 1974 dans les différentes

parties du monde. Raisons du développement des grosses exploitations à ciel ouvert. Inconvénients et limites des exploitations de ce type. Technique et matériel d'exploitation (pour celles qui manipulent plus de 20 Mio. t/an) : foration et tir, chargement, transport, concassage et station de chargement. Utilisation de l'informatique dans les grands ciels ouverts. Prix de revient : investissements moyens à la tonne annuelle remuée (approximatifs), coûts d'exploitation moyens à la tonne rendue (approximatifs).

IND. **B 511** Fiche n. **65.542**

N.P. CHIRONIS. Cross-ridge mining of mountain tops : a better technique for Appalachia. *L'exploitation en « travers crête » des sommets des montagnes est-elle une meilleure technique pour les Appalaches.* — **Coal Age,** 1976, décembre, p. 74/78, 5 fig.

Description d'une méthode d'exploitation à ciel ouvert appelée à « travers crête », mise au point pour permettre une exploitation très rentable de couches de charbon en plateure au sommet des montagnes et une remise en état du sol économique. L'enlèvement des terrains de couverture se fait perpendiculairement à l'axe de la crête et ces terrains sont déchargés dans des dépressions parallèles à la crête. L'enlèvement du charbon est alors réalisé en partant d'un côté de la montagne vers l'autre et est suivi par la remise en place des terres où le charbon se trouvait. Avantages et limitation de cette méthode. Croquis montrant les différentes opérations.

IND. **B 512** Fiche n. **65.552**

E. AMBLARD. Concasseurs mobiles. — **Industrie Minérale,** 1976, décembre, p. 561/562, 3 fig.

Les concasseurs utilisés dans les carrières à ciment sont entièrement classiques : à marteaux, à battoirs ou à rotors dentés avec ou sans grille de sortie contrôlant la finesse du produit ; ils peuvent être mono ou bi-rotors à un ou deux étages. Ces concasseurs sont, soit mobiles lorsqu'ils suivent au jour le jour l'exploitation par l'engin de chargement, soit semi-fixes lorsqu'ils sont déplacés à intervalles de l'ordre de 3 mois à 1 an. Description des 3 types des systèmes propulseurs : par roues motrices et pneumatiques, sur chenilles, sur pieds marcheurs.

IND. **B 512** Fiche n. **65.553**

H. PENNING. L'exploitation du lignite dans le bassin rhénan. — **Industrie Minérale,** 1976, décembre, p. 563/573, 14 fig., 5 tabl.

La production actuelle du bassin rhénan est de l'ordre de 110 Mio.t/an et provient de 5 grandes exploitations en découverte, dont celle de Fortuna, la plus grande du monde. Description des installations et caractéristiques techniques. Excavateurs à roue-pelle et portique de déversement d'une puissance de 100.000 m^3 en place/jour, installés en 1955 et ceux de la nouvelle génération mis en place en février 1976, de 200.000 à 250.000 m^3 en place/jour ; comparaison des caractéristiques techniques des anciennes et des nouvelles roues-pelles et données techniques des portiques de déversement. Pompes à moteur immergé de 250 à 535 litres/s abaissant le niveau hydrostatique en dessous du niveau d'exploitation le plus profond. Moyens de transport du lignite : courroies transporteuses (jusque 3 m de largeur et 6 m/s de vitesse) ; tableaux donnant les caractéristiques techniques ; transport par chemin de fer. Emploi des lignites dans les centrales. Possibilités d'emplois offertes : cokéfaction, hydrogénation, gazéification ; gazéification par hydrogénation avec apport d'énergie. En 1974, le rendement s'est élevé à 84 t/Hp, soit 23 tec/Hp.

IND. **B 59** Fiche n. **65.640**

R.N. HUMPHRIES. The development of vegetation in limestone quarries. *Le développement de la végétation dans les carrières de calcaire.* — **Quarry Management and Products,** 1977, février, p. 43/47, 1 fig., 8 tabl.

Avant d'entreprendre une revégétation, il est important de connaître les facteurs qui pourraient empêcher la croissance des plantes. On examine successivement ces différents facteurs et on montre comment on peut les vaincre : érosion de surface, pénétration des racines dans le sol, alimentation en eau, déficiences nutritives. Présentation de schémas de végétation. En conclusion, les genres de végétation qui peuvent être établis et qui peuvent se maintenir dans les carrières dépendent beaucoup du climat local et de la disponibilité de produits pouvant amender le sol.

IND. **B 61** Fiche n. **65.597**

P. LEDENT. La gazéification souterraine du charbon. — **Industrie Minérale,** 1977, février, p. 81/91, 9 fig., 3 tabl.

On cherche à mettre au point une nouvelle technique de gazéification « in situ » applicable à des gisements constitués de veines relativement minces, situés à moyenne ou à grande profondeur. Deux projets basés sur l'utilisation de pressions élevées, variant de façon cyclique entre un minimum de 20 à 30 bars et

un maximum de 40 à 60 bars, sont à l'étude dans les centres de recherche d'Europe occidentale. Le projet de l'Iniex (Liège-Belgique) vise à produire un gaz pauvre pour l'alimentation d'une centrale électrique à cycle combiné : turbine à gaz + turbine à vapeur. Le projet du K.F.A. (Jülich-R.F.A.) vise à produire un substitut de gaz naturel par hydrogazéification. Ces études, qui se déroulent dans le cadre d'une collaboration internationale, visent à rendre à l'Europe son indépendance énergétique par la mise en valeur de ses gisements profonds, économiquement inexploitables par les méthodes classiques.

Biblio. : 13 réf.

IND. **B 9** Fiche n. **65.582**

C.G. WELLING. Next step in ocean mining. - Large scale test. *Prochaine étape dans l'exploitation minière sous-marine - Essais à grande échelle.* — **Mining Congress Journal,** 1976, décembre, p. 46/51, 8 fig.

On considère que l'exploitation des nodules de manganèse du fond des océans serait économique pour une production annuelle de 1 à 3 Mio.t « sèches ». Une étude indique que 50 % des coûts de production proviendraient du traitement des nodules, le reste se répartissant entre exploitation et transport des nodules jusqu'à l'installation de traitement en bord de mer. Quatre compagnies ont choisi le même principe pour le ramassage des nodules, qui est celui du pompage par air-lift dans des tuyaux jusqu'à une plate-forme. Risques associés à un tel système d'exploitation. Dans la détermination des frais d'exploitation, les coûts de l'exploitation proprement dite sont les plus difficiles à établir et seuls des essais à grande échelle permettront de les fixer avec précision ; facteurs qui déterminent ces coûts. Problèmes dus à l'enfoncement des nodules dans les sédiments des océans et de l'épaisseur réduite (50 mm) des dépôts. Facteurs déterminant le rendement d'une exploitation. Dépenses prévues pour ces essais à grande échelle. Quelques renseignements sur les 4 compagnies impliquées dans ces essais : Deepsea Venture Group (dont fait partie l'Union Minière), International Nickel Group, The Kennecot Group et Lockheed.

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT

IND. **C 230** Fiche n. **65.603**

A.E. SIMCHEN. Définition des termes déflagration, détonation et explosion. — **Explosifs,** 1976, oct.-déc., p. 95/100, 3 fig., 1 tabl.

La définition des explosifs — composé ou mélange de corps susceptible de dégager en un temps très court un grand volume de gaz portés à haute température — est claire. Les notions déflagration et détonation le sont moins. Les déflagrations et détonations appartiennent à un type particulier de réactions chimiques (« réactions explosives ») qui sont exothermiques et auto-entretenues et qui produisent en un temps court une quantité considérable de gaz chauds. Déflagration si la vitesse de la réaction est inférieure à la vitesse du son dans le réactif et détonation dans le cas contraire. L'explosion est un processus physique caractérisé par l'expansion soudaine des gaz comprimés.

Biblio. : 25 réf.

IND. **C 232** Fiche n. **65.638**

C.B. BROODBENT et R.E. GRECHAM. A decade of progress of permitted explosives. *Dix ans de progrès dans la fabrication des explosifs de sécurité.* — **World Coal,** 1977, février, p. 26/28, 2 tabl.

Progrès réalisés depuis 1964 dans la fabrication des explosifs. Après avoir rappelé qu'anciennement le minage avec retard pouvait se faire uniquement pour les galeries et le fonçage des puits en roche (avec les explosifs de la classe P 1) et que les explosifs de la classe P 2 (par exemple, explosif gainé au bicarbonate de soude) ont disparu, on examine les progrès et les efforts qui ont été nécessaires pour aboutir aux explosifs actuels. Explosifs de la classe P 4 à ions échangés — Carribel, Carrifax — et essais auxquels ils sont soumis pour être agréés ; utilisation de ces explosifs pour les recarrages, les fausses-voies, les galeries en roche en présence de charbon... et minage avec des détos à court retard. Explosifs de la classe P 5 en 1960 pour le creusement rapide des voies de taille, essais auxquels ils ont été soumis. Développement des explosifs de la classe P 4/P 5 dont le premier était le « Dyadine » mis au point par I.C.I. et plus puissant que ceux de la classe P 4 ; le « Dynobel » convenant bien en atmosphère humide ; le « Penobel one » (début 1973) dont la puissance était supérieure au « Dynobel ». Un autre explosif permettait des gains de temps lors du chargement d'une volée, il est constitué d'une longue cartouche avec des charges de 18, 24 et 32 onces dans un tube en carton et muni d'un détonateur à une extrémité. On peut être optimiste concernant l'avenir des explosifs de la classe P 4/P 5, les autres seront utilisés pour le minage sous des conditions bien particulières.

Biblio. : 3 réf.

IND. **C 233** Fiche n. **65.602**

B. de RAADT. Application des explosifs sirupeux

aux Pays-Bas. — **Explosifs,** 1976, octobre-décembre, p. 90/94, 1 fig.

Développement des explosifs « slurries ». Description de l'explosif Irémite 110 dont les caractéristiques, vitesse de détonation, brisance, énergie des gaz, sont supérieures aux dynamites 2 et 3. Autres avantages : stockage plus sûr, durée de conservation plus grande. L'Irémite 110 a une teneur en eau de 7,5 % et de 14 % en aluminium ; comme oxydants, il y a 34 % de nitrate de calcium et environ 35 % de nitrate ammonique. L'Irémite 110 est encartouchée dans un film de polyéthylène de 0,15 mm d'épaisseur et dans les diamètres 25, 30, 65 et 85 mm. En Belgique, cet explosif est intégré dans la classe A, 4ème catégorie « explosifs difficilement inflammables » ; aux Pays-Bas, il n'est pas encore officiellement reconnu. Utilisation de cet explosif : démolition et carrières.

IND. **C 240** Fiche n. **65.579**

G.R. GREEN. Big hole blasthole at Inco. *Trous de mines de grand diamètre à la société Inco.* — **Mining Congress Journal,** 1976, décembre, p. 21/28, 14 fig.

L'application de nouvelles techniques, dont l'amélioration de l'abattage à l'explosif, a permis à la société Inco d'exploiter des minerais à faible teneur tant dans ses exploitations à ciel ouvert que souterraines. Dès 1962, la société avait fait des essais de forage de trous de grand diamètre (100 mm), mais c'est à partir de 1972 que des trous verticaux de 24 à 90 m de longueur et de 150 mm de diamètre furent forés (à l'exploitation à ciel ouvert de Clarabelle) dans des roches très dures ; équipement de forage avec marteau au fond du trou (in-the-hole). Cette méthode de forage de longs trous de mine de grand diamètre fut étendue aux exploitations souterraines en employant des perforatrices mobiles forant de longs trous de 90 m de longueur et de presque 200 mm de diamètre. Exemples d'utilisation de cette méthode. Avantages de ces longs trous de mine de grand diamètre : moins de trous, tonnage abattu par pied foré plus grand (15 t contre 2 t avec des trous de 50 mm) et, par conséquent, prix de revient diminué (plus de 50 % par rapport aux trous de mines de 50 mm). Avantage également au point de vue chargement (suppression des niveaux intermédiaires) et moins d'ébranlement de terrain. La tendance est vers l'augmentation de la longueur des trous de mines.

IND. **C 241** Fiche n. **65.604**

N. RASCHEEF et P. GOEMANS. Effet de la position de l'amorçage sur la fragmentation au moyen d'explosif. — **Explosifs,** 1976, octobre-décembre, p. 101/108, 8 fig., 2 tabl.

L'étude en laboratoire de l'effet de la position de l'amorçage, dans le cas de tirs de charges allongées en présence de 2 surfaces libres, a permis une meilleure compréhension du mécanisme du phénomène de fragmentation. Elle a montré les avantages de l'amorçage au fond, qui consistent en une meilleure utilisation de l'énergie de l'onde de détonation autour de la partie supérieure du trou de mine et en un rendement plus élevé de l'énergie des gaz au fond du fourneau. Ce dernier effet joue, en pratique, un rôle important dans le détachement du pied du gradin.

Biblio. : 1 réf.

IND. **C 4231** Fiche n. **65.631**

P.G. BROWN. Trials with the B.J.D. in-web shearer at East Hetton Colliery. *Essais avec la haveuse « in-web » de la firme B.J.D. au charbonnage de East Hetton.* — **Colliery Guardian,** 1977, février, p. 106/112, 9 fig., 2 tabl.

Essais avec une haveuse « in-web » (l'ensemble de la machine se trouve dans la découpe faite par le tambour) dans une taille de 110 m de longueur et de 0,90 m d'ouverture, dans le but de maximaliser la profondeur de coupe et de pouvoir utiliser des moteurs de plus grande puissance. Caractéristiques techniques et particularités de cette haveuse dont les 2 bras de havage peuvent s'abaisser ou s'élever de 0,30 m. Méthode de travail et main-d'œuvre. Installation de la haveuse dans la taille. Résultats des essais avec la haveuse : on constate que le havage, partant de la voie de matériel vers la voie principale, exige moins de puissance pour le halage lorsque le tambour a une seule ligne de pics et que la vitesse est de 72 tr/m. Quand le halage se fait de la voie principale vers la voie de matériel, il y a réduction dans la consommation d'énergie de halage pour une vitesse de tambour de 36 tr/m. La haveuse « in-web » maximalise la production lorsque la profondeur de passe est de 760 mm. Renseignements sur les déflecteurs-plans, sur la ventilation des fronts pour les 2 Venturi placés derrière les déflecteurs, sur le système de pulvérisation d'eau. Performance de la haveuse et fiabilité. Statistiques de production et personnel. Conclusions et perspectives.

IND. **C 4231** Fiche n. **65.633**

J.T. PEAREY et W.E. BUMSTEAD. Wide web shearing at Hatfield Colliery. *Découpage par large passe au charbonnage de Hatfield.* — **The Mining Engineer,** 1977, février, p. 243/255, 8 fig., 1 tabl.

Pour obtenir une production optimum dans un chantier mécanisé, il est indispensable d'avoir une largeur de passe maximum. La taille H 25 High Hazel

(pente 12°) fut choisie pour les essais avec une abatteuse-chargeuse de 0,90 m de largeur de tambour et la largeur du toit découvert était de 1,95 m ; halage sans chaîne genre Rack-a-track. Description et résultats des essais réalisés à la surface et au fond. Ce système de halage sans chaîne est à recommander pour les pentes supérieures à 12°. En annexe, discussion de cette conférence présentée à une réunion du Midland Institute des Ingénieurs des Mines.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS — SOUTENEMENT

IND. **D 21** Fiche n. **65.544**

G.H. DECHMAN et M.S. OUDENHOVEN. Velocity based method for slope failure detection. *Détection des éboulements de talus par une méthode basée sur la vitesse du son.* — **US Bureau of Mines. Report of Investigations 8194,** 1976, 19 p., 8 fig.

Description d'une méthode pour la prévision d'éboulements de talus dans les exploitations à ciel ouvert, basée sur la détermination périodique de la vitesse du son dans les roches du sommet des talus. Des études de laboratoire ont montré la dépendance de cette vitesse avec les propriétés structurelles des roches et dans les talus la vitesse du son diminue avec l'augmentation de la fracturation. Des changements dans cette vitesse montrent qu'il peut exister un risque d'éboulement de talus. Théorie. Description de l'équipement pour la mesure de la vitesse du son. Essais sur le terrain.

Biblio. : 4 réf.

IND. **D 34** Fiche n. **65.535**

M. McCHESNEY. Modern materials for underground support. *Matériaux modernes pour le soutènement des travaux souterrains.* — **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy,** 1976, décembre, p. 114/118, 4 fig., 1 tabl.

Discussion sur les propriétés demandées à des matériaux de soutènement de galeries souterraines. Examen du béton renforcé par différents matériaux tels que fibres d'acier et de propylène, par des polymères, etc... Les résultats des essais réalisés sur différents types de béton renforcé montrent que l'addition de polymères ne semble pas influencer le comportement du béton fissuré et que le seul avantage est d'augmenter la flexibilité (ou de la diminuer suivant le type de polymère). L'addition de fibres d'acier au béton augmente la résistance et la rigidité. Les meilleurs résultats ont été obtenus par du béton renforcé avec des fils d'acier : la résistance après fissuration du béton est restée bonne et fut maintenue malgré une déformation importante.

Biblio. : 11 réf.

IND. **D 47** Fiche n. **65.629**

L.J. ARNOTT et E. THOMPSON. Powered roof supports. *Soutènement marchant.* — **Colliery Guardian,** 1977, février, p. 96/99, 4 fig.

Article décrivant les progrès réalisés dans le développement du soutènement marchant de construction britannique (Gullick Dobson et Dowty), destiné plus spécialement à l'industrie minière aux USA. Conception des soutènements piles à 4 et 6 étançons et du soutènement pour les couches pentées. Systèmes de soutènement pour les exploitations par courte taille et avantages de ces systèmes. Soutènement bouclier, piles boucliers, soutènement pour extrémités de tailles. Soutènement télescopique double. Systèmes de contrôle du soutènement. Groupes moto-pompe. Essais réalisés par le NCB pour l'agréation du soutènement. Représentation des constructeurs britanniques de soutènement aux USA.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS

IND. **E 122** Fiche n. **65.606**

X. Transport des produits. Accessoires de blindés. Ancrages répartis : modèle simplifié adaptable aux différents types de soutènement marchant. — **Charbonnages de France. Publications Techniques,** 1976, n° 5, p. 281/290, 7 fig.

Description d'un essai de la Co. R.T. terminé avec succès en 1975. Défauts des premiers dispositifs de retenue des convoyeurs blindés (1972) ayant conduit à la recherche d'un matériel d'encombrement minimum, adaptable à tous les modèles de soutènements marchants et de blindés en service, avec une hydraulique de sûreté, mais plus simple. Description du dispositif adaptable aux piles : Westfalia K 1-2, Westfalia K 2, Marrel 4 étançons. Commandes hydrauliques, leur schéma et leurs sécurités, suivant le type de pile. Fonctionnement (remarques). Résultats satisfaisants depuis la mise en service du dispositif en 1973 ; variation de l'espacement des ancrages suivant la pente du convoyeur.

Résumé de la Revue.

IND. **E 414** Fiche n. **65.574**

G. DELORME. Rope maintenance on friction hoists. *Entretien des câbles des installations d'extraction multicâbles.* — **C.I.M. Bulletin,** 1977, janvier, p. 77/84, 12 fig.

Pour éviter le glissement de câbles dans les installations multicâbles, il est souhaitable de s'assurer que les câbles sont soumis à des tensions égales lors d'une cordée montante, et qu'une même longueur de câble passe sur le tambour à chaque révolution. Vérification périodique de la longueur des câbles ; l'auteur donne la périodicité de ces contrôles lorsque tous les câbles sont placés en même temps ou lorsqu'un seul câble de la série est installé. Calcul de la longueur des câbles et tolérance permise pour que tous les câbles soient en tension. Calcul théorique de la durée de vie des câbles en se basant sur les contraintes dynamiques et statiques ; calcul pratique pour déterminer le moment de remplacement des câbles en se basant sur les courbes d'allongement. Graissage des câbles d'extraction et entretien. Câbles d'équilibre : méthode de contrôle de la boucle : dispositifs de réparation du câble, de nettoyage et de graissage en continu. Dispositions à prendre pour la manutention des câbles et le coupage, surtout lorsqu'ils ne sont pas antigiratoires. Mise en place des câbles.

H. ENERGIE

IND. **H 0** Fiche n. **65.510**

ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUES. Perspectives énergétiques mondiales. — 1977, Paris, 119 p. Nombr. tabl.

Ce rapport analyse l'évolution future des besoins et des approvisionnements en énergie, tels qu'ils ressortent des projections faites sur les 15 prochaines années, ainsi que l'évolution de la demande de pétrole qui en découle pour la zone de l'OCDE et pour les autres grandes régions du globe. Ce rapport traite successivement des perspectives énergétiques de la zone de l'OCDE jusqu'en 1985 et de 1990 et au-delà, des possibilités d'économies d'énergie dans la zone de l'OCDE et des perspectives énergétiques pour le reste du monde jusqu'en 1985. En annexe, bilans énergétiques de l'OCDE et de quelques pays comme le Canada, les USA... ; méthodologie des bilans énergétiques et hypothèses techniques utilisées pour l'établissement des protections relatives aux pays de l'OCDE.

IND. **H 5313** Fiche n. **65.615**

D.H.P. JACKSON, D.N. HILES et Coll. Plug-in electrical system for mechanised stopes. *Dispositif électrique enfichable pour chantiers mécanisés.* — **Coal Gold and Base Minerals,** 1977, janvier, p. 47/55, 3 fig.

Pour permettre l'alimentation en énergie des blocs d'alimentation électro-hydraulique, un système électrique enfichable, de sécurité, fiable et facilement déplaçable, a été mis au point. Des améliorations récentes ont permis d'installer cet appareillage dans les mini sous-stations souterraines. Qualités demandées au matériel. Influence sur le schéma d'exploitation. Contrôle à distance. Comment réaliser la sécurité de fonctionnement.

IND. **H 532** Fiche n. **65.608**

X. Equipement 200 A — 1000 V à contacteurs sous vide pour la commande de moteurs de rabots rapides. — **Charbonnages de France. Publications Techniques,** 1976, n° 5, p. 297/303, 5 fig., 1 tabl.

Description d'un essai de la Co.R.T. terminé avec succès en 1975. Dans les coffrets antidéflagrants, l'utilisation intense des contacteurs électromagnétiques à coupure dans l'air cause rapidement la dégradation des contacts, la corrosion par l'ozone et les oxydes d'azotes fournis par les arcs, l'altération de la rigidité diélectrique. Pour améliorer la situation, le Bassin Nord Pas-de-Calais essaya le contacteur à coupure sous vide pour la commande des moteurs de rabots rapides (1000 V - 2 × 110 kW). Description du matériel (coffret antidéflagrant SAIT type K 5, châssis amovible). Schéma de fonctionnement du circuit de puissance. Historique des essais ; six équipements en service. Investissement plus coûteux que pour les contacteurs traditionnels, mais réparations et entretien minimes, les rendant indispensables.

Résumé de la Revue.

IND. **H 543** Fiche n. **65.573**

L.H. SMITH et D.S. TAYLOR. Application and maintenance of hydraulic drive systems in Sherrit's concentrators. *Application et entretien des systèmes de commande hydraulique dans les installations de concentration de Sherrit.* — **C.I.M. Bulletin,** 1977, janvier, p. 71/76, 16 fig.

Depuis 1967, Sherrit emploie dans ses installations de concentration des variateurs de vitesse hydraulique pour l'entraînement des pompes à schlamms jusque 40 cv et des convoyeurs qui demandent des vitesses variables ou de faibles vitesses

avec un couple élevé. Les 5 composants des systèmes hydrauliques qui peuvent être, soit à circuit ouvert, soit à circuit fermé sont : machine motrice (généralement moteur électrique), pompe hydraulique, réservoir d'huile, moteur hydraulique, unité entraînée. Description des installations. Entretien des systèmes hydrauliques ; durée de vie des pompes, des moteurs ; entretien des filtres ; frais d'entretien annuel. En conclusion, les avantages opérationnels de ces systèmes hydrauliques compensent largement le coût plus élevé de ce dispositif d'entraînement et la consommation plus grande d'énergie.

Biblio. : 1 réf.

IND. **H 9** Fiche n. **65.562**

M. GAUVENET. Les résidus radioactifs. — **Revue de l'Energie,** 1977, janvier, p. 7/14, 5 fig., 5 tabl.

Examen des problèmes posés par les résidus radioactifs que produisent l'industrie et la recherche nucléaires. Définition et caractéristiques des résidus. Déchets de haute activité : définition, quantités produites, technologie actuelle concernant la conservation de ces déchets, problèmes d'avenir, leur solution. En conclusion : la sûreté des stockages liquides à court terme (quelques dizaines d'années) est bien assurée ; fiabilité et sûreté des stockages solides à moyen terme (quelques centaines d'années) ; le dossier du stockage définitif est déjà bien constitué. L'auteur en conclut qu'une substance radioactive n'est pas une menace pour l'humanité, qu'une faible radioactivité est acceptable et que l'industrie nucléaire est en mesure de respecter cette condition, mieux que ne le fait la nature elle-même dans bien des cas.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES

IND. **I 0160** Fiche n. **65.543**

P.C. MERRIT et H. DAVIS. Portable, pocket-sized preparation plants developed for coal operators. *Installations transportables et de dimensions réduites de préparation du charbon.* — **Coal Age,** 1976, décembre, p. 80/86, 12 fig.

Présentation de lavoirs transportables, de petites dimensions, de capacité de 100 à 280 t/h, de conception modulaire, peu coûteux et faciles à monter. Ces lavoirs sont conçus pour de petites exploitations, pour des exploitations à ciel ouvert où l'installation de traitement suit les travaux d'exploitation. Ces lavoirs sont constitués de bâtis modulaires en acier et le transport se fait par remorques. Le montage et le démontage sont réalisés en quelques jours et ne nécessitent pas d'engins spéciaux de levage. Description de 4 installations avec schéma du lavage.

IND. **I 04** Fiche n. **65.599**

G. BARBERY. La minéralurgie dans le développement d'un projet minier. — **Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Géologie Appliquée, Chronique des Mines,** 1976, n° 5, p. 497/504, 6 fig., 2 tabl.

On rappelle en premier lieu quelques principes généraux de la minéralurgie dont l'objet est de traiter les minerais afin d'en extraire, dans des conditions économiques données et sur un site dont il conviendra de préserver l'environnement, des produits de consommation primaires utiles que l'on puisse vendre avec bénéfice. On décrit ensuite la contribution qu'elle peut apporter à un projet minier : au niveau de la prospection minière, essais d'aptitude au traitement sur des échantillons de sondage, la vérification du procédé de traitement retenu, l'étude d'ingénierie de l'usine de traitement et de ses annexes.

IND. **I 13** Fiche n. **65.508**

D.J. DUNN. Optimizing ball mill liners for production and economy. *Optimisation des blindages des broyeurs pour améliorer la production et réaliser des économies.* — **Mining Engineering,** 1976, décembre, p. 32/34, 5 fig., 2 tabl.

Essais à la Société Climax en vue de déterminer le meilleur profil de blindage des concasseurs qui assurent une production et un rendement optimum de ces appareils. Le blindage à redans a d'abord été remplacé par un blindage avec une seule ondulation et ensuite par un blindage à double ondulation. Ce dernier profil a donné les meilleurs résultats du point de vue débit, rendement, usure et vie du revêtement. Tableaux résumant les essais. Influence du profil sur le broyage et sur le taux d'usure.

Biblio. : 5 réf.

IND. **I 20** Fiche n. **65.611**

W.A. RUNDQUIST. Combating screen cloth wear. *Lutte contre l'usure des toiles des cribles.* — **Pit and Quarry,** 1976, décembre, p. 83/87, 7 fig.

Un des problèmes principaux du criblage est l'usure des toiles due à l'abrasion, qui influence le calibrage et qui entraîne des frais d'entretien élevés dus au remplacement des toiles et frais de main-d'œuvre. Examen des fils employés pour le tissage des toiles : fins ou de diamètre plus grand, acier in-

oxydable ou à haute teneur en carbone ; tôles perforées en acier à haute teneur en carbone, en acier au manganèse ou alliages spéciaux. L'emploi du polyuréthane est-il justifié ? Son utilisation dans le criblage est nouvelle et il peut être utilisé pour le criblage à sec ou humide des minerais métalliques et non métalliques. Limitations à son emploi : température maximale 80 °C et minimale — 37°C ; il est sensible à l'eau chaude, à la vapeur saturée et à l'air chaud humide ; le produit a une durée de vie courte avec les acides concentrés et teintures ; effets néfastes du H_2, du SO_2 et du gaz ammoniaque qui se combinent avec l'humidité et les substances acides et alcalines ; il faut éviter le contact prolongé avec de la graisse et des produits pétroliers. Il a cependant une bonne résistance aux huiles et graisses minérales, à l'alcool libre de gazoline, à l'ozone, à l'oxygène et à la plupart des solvants.

IND. **I 340** Fiche n. **65.529**

X. Coal preparation plant achieves precise separation under difficult conditions. *Une installation de préparation du charbon réalise une séparation précise en conditions difficiles.* — **World Coal,** 1977, janvier p. 23/26, 6 fig.

On décrit comment, dans des séparateurs Teska travaillant en milieu dense (magnétite), on a obtenu un charbon à 7 % de cendres à partir d'un charbon à teneur en cendres élevée et contenant un fort pourcentage de produits de densité voisine du point de coupure. Le lavoir est alimenté (700 t/h) en charbon de 32 mm provenant du concassage du tout-venant de 400 mm. Par criblage sous eau, on obtient du 6-32 mm dirigé vers 6 séparateurs Teska travaillant en milieu dense et du 0-6 mm alimentant 6 cyclones pour la préparation du 0,5-6 mm. Schéma du lavoir et courbes de séparation de ces 2 catégories. Fonctionnement du séparateur Teska et son importance. Alimentation des cyclones. Station de chargement.

IND. **I 393** Fiche n. **65.559**

B. BOGENSCHNELDER, H.J. BEHRENBECK et Coll. Die Aufbereitung feinster Steinkohlenschlämme durch die selektive Agglomeration. *La préparation mécanique des schlamms de charbon extra-fins par agglomération sélective.* — **Glückauf,** 1976, 2 décembre, p. 1314/1319, 6 fig.

Dans tous les pays producteurs de charbon, le problème du traitement des schlamms est devenu très important suite à la mécanisation poussée de l'abattage et du transport des charbons. Avec les installations existantes, on n'est plus à même de garantir les teneurs en cendres et en eau des produits quittant le lavoir. Description de divers procédés et en particulier celui de l'agglomération sélective des particules des schlamms de charbon au moyen d'hydrocarbures. Dans des réacteurs mélangeurs appropriés, les particules de charbons sont agglomérées tandis que les particules minérales restent en suspension. Dans un traitement ultérieur, les particules agglomérées sont séparées des schistes par des traitements adéquats et dans une large mesure aussi de l'eau y restant adhérente.

Biblio. : 19 réf.

IND. **I 44** Fiche n. **65.507**

R.E. McELVAIN. Selection of slurry pumps for severe applications. *Choix de pompes pour liquides chargés de matières solides pour applications sous conditions difficiles.* — **Mining Engineering,** 1976, décembre, p. 26/28, 6 fig.

Actuellement suite aux progrès récents, les pompes centrifuges pour liquides à haute teneur en matières solides et abrasives peuvent aller jusque des pressions de 49 kg/cm² ; le rendement est passé de 75 à 85 % et la durée de vie de 500 à 5000 heures de marche continue. Influence de la concentration en matières solides, de la granulométrie et de la viscosité sur les performances des pompes ; graphiques donnant les courbes de marche en fonction de ces paramètres, car habituellement ces courbes sont établies pour de l'eau claire. Calcul de la vitesse critique (vitesse sous laquelle il y a sédimentation) pour la circulation dans les tuyauteries par les formules de Durand. Importance du maintien d'une concentration appropriée et du choix de l'emplacement des pompes.

IND. **I 64** Fiche n. **65.572**

G.M. BEHREND. The installation of instruments in mineral processing plants. *La mise en place d'instruments de contrôle et de mesure dans les installations de traitement des minerais.* — **C.I.M. Bulletin,** 1977, janvier, p. 63/69, 10 fig.

Les systèmes de contrôle et de mesure dans les installations de traitement des minerais sont généralement bien conçus et les informations sont fournies par des sondes et transmetteurs qui doivent être bien installés de manière à fournir des renseignements corrects, et qui souvent constituent le point faible de ces systèmes. Pour l'étude et l'installation de ces instruments, il faut tenir compte d'un certain nombre de facteurs liés aux conditions d'utilisation. On décrit quelques solutions pour certains de ces problèmes de mesures de débit, de poids, de température, de densité. Problèmes d'entretien et de localisation de ces instruments qui doivent être d'un accès facile.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE

IND. **J 14** Fiche n. **65.610**

E. de S. SNEAD. Loading rail cars and trucks. *Chargement des wagons et des camions.* — **Pit and Quarry,** 1976, décembre, p. 63/69, 6 fig.

Description de différents systèmes de chargement permettant d'évaluer correctement le poids des matériaux chargés dans les wagons ou camions. La méthode la plus directe, la plus précise, mais aussi la plus coûteuse, est la pesée durant le chargement en plaçant le véhicule sur une balance. Une autre méthode est celle des trémies supportées par des cellules de chargement où un indicateur donne la quantité déversée dans le wagon ou le camion ; précision d'environ 1 %. Une autre solution est l'utilisation d'une bande transporteuse intégrant la charge, mais il faut l'enfermer pour éliminer l'influence du vent et ce système demande un entretien régulier ; précision 2 %. Système de trémies à débit constant — précision 2,5 %. Courroie intégrant la charge par mesure de l'énergie électrique consommée par le moteur d'entraînement. Chargeuse frontale dont on connaît la capacité du godet, la précision dépend de la dextérité de l'opérateur. Depuis un an, essais avec une chargeuse de capacité de 7,64 m^3 équipée d'un transducteur de pression intercalé dans le système hydraulique de levage ; la pression dans le cylindre de levée est proportionnelle au poids des matériaux dans le godet. Pour chacun des systèmes, ordre de grandeur des prix d'installation.

K. CARBONISATION

IND. **K 20** Fiche n. **65.598**

P. FOCH. Fabrication du coke. Coke métallurgique, coke de fonderie, coke moulé. — **Industrie Minérale,** 1977, février, p. 93/98, 3 fig.

Cet exposé, destiné à des ingénieurs non spécialistes de la question, expose d'abord les principes de la fabrication du coke, les caractéristiques exigées du coke métallurgique, les qualités requises des charbons à coke ; il donne ensuite des indications sur le coke de fonderie et les cokes chimiques ; il parle enfin du coke moulé et des divers procédés de fabrication de ce nouveau produit.

P. MAIN-D'ŒUVRE - SANTE - SECURITE QUESTIONS SOCIALES

IND. **P 0** Fiche n. **65.523**

M. LE TRON. Travail, sécurité et lutte syndicale. — **Annales des Mines (France),** 1977, janvier-février, p. 101/106, 2 fig.

L'auteur rappelle que, pour son organisation syndicale, l'amélioration de la sécurité suppose un changement fondamental des conditions de travail que ne peut permettre le système capitaliste et productiviste. Il met en particulier en cause : a) la sélection des travailleurs en fonction de critères physiologiques et psychologiques ; b) le déclassement de travailleurs prématurément usés dans certains postes de travail ; c) le fait que la responsabilité des accidents soit trop souvent rejetée sur la fatalité ou sur la victime elle-même, au lieu de la rechercher dans la conception des machines, l'organisation du travail, la formation et l'éducation. En terminant, il précise la politique que suit la C.F.D.T. pour transformer cet état de chose par des négociations à tous les niveaux et par des actions collectives.

Résumé de la Revue.

IND. **P 0** Fiche n. **65.525**

L. CHAVROT. Pour des conditions de travail dignes de notre époque. — **Annales des Mines (France),** 1977, janvier-février, p. 111/115.

L'accent mis par les syndicats sur l'amélioration des conditions du travail ne signifie pas que les problèmes de salaires et de sécurité de l'emploi ne demeurent pas au premier plan de leurs préoccupations. Depuis la fin de la guerre, l'évolution des conditions de travail s'est traduite par une réduction de la fatigue musculaire et par un accroissement de la fatigue nerveuse, par le maintien de tâches parcellaires, répétitives et déqualifiées, par une séparation accentuée des tâches de conception et d'exécution, par l'extension du travail par poste et du travail de nuit, etc... Pour améliorer cet état de chose dont n'est pas responsable l'évolution technique, mais l'emploi qui en est fait, l'auteur considère que les initiatives gouvernementales et patronales sont très insuffisantes et que l'action des travailleurs et de leurs syndicats demeure l'élément déterminant de l'amélioration des conditions de travail. A plus long terme, estime-t-il, de profonds changements seront nécessaires pour faire du progrès technique l'instrument majeur d'une réelle transformation des conditions de travail.

Résumé de la Revue.

IND. **P 10** Fiche n. **65.580**

G.W. WALLWORK. Safety as a partner in increased productivity. *La sécurité doit être associée à une productivité accrue.* — **Mining Congress Journal,** 1976, décembre, p. 30/34, 6 fig.

Différents graphiques montrent que, depuis la parution de la loi fédérale en 1969 sur la santé et la sécurité dans les mines de charbon, la productivité a diminué, malgré la mécanisation de plus en plus poussée et que, contrairement à ce que l'on aurait cru, la fréquence des accidents a augmenté. Pour modifier cette situation, on examine les divers changements à apporter pour que la sécurité améliore la productivité : faire partager la responsabilité de la sécurité par le mineur, meilleure formation à la sécurité qui doit être abordée par des méthodes nouvelles ainsi que la commande du personnel.

IND. **P 120** Fiche n. **65.515**

E. QUINOT. Méthodologie d'étude des accidents du travail. — **Annales des Mines (France),** 1977, janvier-février, p. 23/34, 5 fig., 3 tabl.

L'auteur commence par rappeler qu'un accident est rarement l'effet du hasard, mais bien plus souvent la conséquence brutale d'une suite de perturbations de l'activité normale du système complexe homme-machine que sont les entreprises industrielles. Il expose ensuite les 3 étapes qu'il faut suivre en vue de la prévention des accidents du travail : 1) l'analyse des cas d'accidents qui ne doit pas porter seulement sur l'accident lui-même et ses antécédents immédiats, mais doit remonter aux antécédents de chaque fait ayant une influence sur l'accident ; 2) la recherche de similitudes et la mise en évidence de « facteurs potentiels d'accidents » ; 3) l'application des enseignements recueillis à la prévention des accidents.

Biblio. : 4 réf.

Résumé de la Revue.

IND. **P 120** Fiche n. **65.520**

P. BEREST et N. CURIEN. La formation à la sécurité. — **Annales des Mines (France),** 1977, janvier-février, p. 75/82, 4 fig.

Dans la mise en œuvre d'une stratégie de la prévention des accidents du travail, une politique de formation à la sécurité doit appuyer et compléter les mesures techniques et les études scientifiques dont l'impact est nécessairement limité. La formation, c'est, à un stade élémentaire, la diffusion généralisée de messages visant à créer des réflexes : les affiches et la télévision sont les supports naturels d'une telle information aux vertus plus sensibilisatrices qu'éducatrices. L'éducation gestuelle et la formation des sauveteurs secouristes sont des initiatives plus élaborées, car elles associent directement l'enseignement de la sécurité à l'expérience de la vie professionnelle. Cependant, à ce niveau, la contribution active des travailleurs — meilleurs spécialistes par nature en matière de conditions de travail — n'est pas sollicitée. Cette contribution indispensable suppose une formation plus large, rendant capable d'intégrer des éléments relevant de plusieurs disciplines dans l'analyse d'un problème de sécurité. C'est pourquoi, la priorité doit être accordée à l'éducation dans les entreprises en relation avec une structure déjà existante : le comité d'hygiène et de sécurité. Par ailleurs, des projets comme la formation des élèves ingénieurs ou celle des apprentis méritent d'être encouragés dans la limite des moyens disponibles.

Résumé de la Revue.

IND. **P 24** Fiche n. **65.521**

M. COLLAS. L'amélioration des conditions psychologiques du travail. Le cas d'une grande entreprise industrielle. — **Annales des Mines (France),** 1977, janvier-février, p. 83/88.

Creusot-Loire a entrepris depuis 4 ans un effort majeur d'amélioration des conditions psychologiques de travail. Le principe en est « informer, consulter, répartir les fruits ». Après avoir annoncé ses intentions, la direction générale a d'abord encouragé les usines à faire chacune leur propre expérience. Après 3 ans, les méthodes ont été définies et des objectifs plus précis établis. Les résultats commencent à apparaître, mais les difficultés restent nombreuses. La clé du problème est chez les cadres qui doivent être sensibilisés, puis formés à l'action. Il est enfin indispensable que cette action ne se limite pas à quelques sociétés, mais soit étendue à l'ensemble du pays, car c'est elle qui constitue la véritable réforme de l'entreprise.

Résumé de Revue.

IND. **P 30** Fiche n. **65.514**

P.L. REMY. Les pouvoirs publics et l'amélioration des conditions de travail. — **Annales des Mines (France),** 1977, janvier-février, p. 15/22.

L'auteur expose d'abord les raisons sociales, économiques et socio-politiques qui justifient que les pouvoirs publics jouent un rôle en matière d'amélioration des conditions de travail dans les entreprises. Cette action des pouvoirs publics se manifeste par l'amélioration de la prévention des accidents du travail, par l'aménagement du temps de travail, par le renforcement de l'inspection du travail et de la

médecine du travail, par l'amélioration de l'information et de la concertation dans l'entreprise, le « bilan social » dont l'institution fait l'objet d'un projet de loi, et enfin, en encourageant et en aidant financièrement les expériences d'amélioration des conditions du travail et de transformation de l'organisation du travail.

Biblio. : 3 réf.

Résumé de la Revue.

IND. **P 32** Fiche n. **65.518**

V. LEVY-GARBOUA. Salaires, productivité et organisation du travail — Un point de vue macro-économique. — **Annales des Mines (France),** 1977, janvier-février, p. 55/68, 4 fig.

La 1ère partie rappelle l'évolution historique de la signification donnée au salaire dans les travaux des économistes depuis Adam Smith jusqu'à nos jours. La 2ème partie décrit les 4 traits dominants de la situation française en matière de salaire : 1) tendance à une moindre variabilité des ressources salariales ; 2) maintien de larges disparités suivant les secteurs ; 3) grande stabilité de la hiérarchie des salaires ; 4) lente évolution des procédures de fixation des salaires. La 3ème partie enfin est consacrée aux relations entre la productivité et les salaires. On y constate que la notion de productivité individuelle fait de plus en plus place à celle de productivité globale d'une équipe ou d'un atelier, et que, dans les secteurs où la productivité croît rapidement, les salaires progressent à un rythme que les autres secteurs de l'économie ne peuvent suivre qu'au prix d'adaptations dont les principales voies sont évoquées.

Résumé de la Revue.

IND. **P 33** Fiche n. **65.522**

M. BERRY. Les difficultés de mise en œuvre des politiques d'amélioration des conditions de travail. — **Annales des Mines (France),** 1977, janvier-février, p. 91/100, 3 fig.

Malgré la sensibilisation de nombreux responsables d'entreprises au problème de l'amélioration des conditions du travail et l'action des pouvoirs publics en ce domaine, les réalisations sont souvent embryonnaires au niveau des grandes entreprises, et leur diffusion s'avère difficile. L'auteur propose 4 axes d'analyse permettant d'expliquer cette situation : 1) les problèmes liés à la définition du contenu des expériences d'amélioration des conditions de travail (7 types d'actions sont évoqués) ; 2) les réticences diverses que ces expériences rencontrent au sein des entreprises dans les ateliers et dans les autres services, en particulier dans les services fonctionnels qui conçoivent et organisent le travail des ateliers ; 3) la nature ambiguë des débats économiques menés à propos de ces expériences dans la mesure où la direction a tendance à ne considérer que la productivité du personnel directement productif, négligeant les économies apportées par ces expériences sur les services d'entretien et de contrôle et leurs effets sur l'absentéisme, la rotation du personnel, les grèves, la qualité du travail, etc... ; 4) les raisons pouvant amener les cadres à s'intéresser davantage aux conditions de travail telles que : a) l'apparition de troubles dans l'atelier ; b) la recherche d'une plus grande indépendance vis-à-vis des services centraux ; c) l'espoir d'une promotion plus rapide.

Résumé de la Revue.

IND. **P 40** Fiche n. **65.524**

M. NEIDINGER. L'amélioration des conditions de travail. — **Annales des Mines (France),** 1977, janvier-février, p. 107/110.

Le C.N.P.F. et 3 des 5 grandes fédérations syndicales (C.F.T.C. ; C.G.C. ; C.G.T.F.O.) ont signé en mars 1975 un accord-cadre portant sur l'amélioration des conditions de travail et comprenant 5 chapitres : organisation du travail ; aménagement du temps de travail ; rémunération du travail au rendement ; hygiène et sécurité ; rôle de l'encadrement. Les principales clauses de cet accord sont évoquées. A la suite de cet accord-cadre, des négociations ont été ouvertes dans une trentaine de secteurs en vue d'accords plus spécifiques et une dizaine d'entre eux ont été signés. L'auteur insiste sur la nécessité de poursuivre cette politique contractuelle qui aboutit à des solutions beaucoup plus réalistes et efficaces que celles que pourrait imposer une réglementation.

Résumé de la Revue.

IND. **P 50** Fiche n. **65.517**

J. SZEKELY. Aspects de la recherche scientifique concernant les conditions de travail. — **Annales des Mines (France),** 1977, janvier-février, p. 43/54, 2 fig.

Les critères scientifiques dégagés par la recherche ne sont pas les seuls pris en compte dans le débat sur l'amélioration des conditions de travail, d'autres (économiques, socio-politiques...) peuvent interférer avec ceux-ci. L'analyse lucide de ces interférences fait partie de la recherche et permet aux critères scientifiques de contribuer plus efficacement à la protection effective de l'homme au travail. La recherche concernant les conditions de travail distingue les *facteurs d'agression* et les *facteurs de contrainte*. Les premiers posent le problème du dépistage et de la prévention des maladies professionnelles, les seconds celui de

l'évaluation objective et de l'aménagement de la charge de travail (physique et mentale). Cependant, le débat scientifique sur les conditions de travail ne saurait se limiter à la seule lutte contre les aspects négatifs de ces dernières ; il s'agit aussi d'envisager l'opportunité et la façon d'assurer à l'homme au travail des possibilités de réalisations personnelles créatives et responsables, notamment par la révision de l'organisation taylorienne du travail. Or, cette perspective comporte de nombreux aspects qui échappent, à l'heure actuelle, au raisonnement proprement scientifique et pour lesquels l'arrière-plan politique apparaît avec une netteté particulière.

Biblio. : 15 réf.

Résumé de la Revue.

IND. **P 62** Fiche n. **65.516**

L. KOCH. Hygiène et sécurité dans les mines. — **Annales des Mines (France),** 1977, janvier-février, p. 35/42.

Les problèmes les plus urgents et les plus importants posés par l'amélioration des conditions de travail dans les mines sont ceux relatifs à la sécurité et à l'hygiène des ouvriers mineurs. Cet article traite donc essentiellement de ces problèmes. Dans la 1ère partie, on évoque la surveillance des exploitations par le service des mines ainsi que les possibilités d'intervention de l'Administration qui, dans le cas des mines et des carrières, sont bien plus étendues que dans le cas des autres industries. La 2ème partie de cette étude est consacrée à l'examen de quelques grands problèmes de l'industrie extractive : la récession des houillères et des mines de fer, les risques spécifiques dans les mines, et certains aspects (autres qu'hygiène et sécurité) de l'amélioration des conditions de travail.

Biblio. : 5 réf.

Résumé de la Revue.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE

IND. **Q 1100** Fiche n. **65.596**

J.C. SORE. Ressources charbonnières mondiales et rôle du charbon dans l'économie énergétique de la fin du siècle. — **Industrie Minérale,** 1977, février, p. 71/80, 5 tabl.

L'auteur livre ses réflexions personnelles sur un sujet qu'il juge complexe et délicat. Il brosse également un vaste tableau des ressources mondiales en charbon, des possibilités de leur exploitation et des avantages et inconvénients liés aux particularités de ces ressources. Quatre grands chapitres : I. L'âge nucléaire et ses prolongements en matière de charbon. Le développement du marché de l'énergie et la crise de 1973. II. Les activités mondiales en matière de charbon. III. Où allons-nous ? Esquisse d'un modèle. IV. Quelques considérations sur la France.

Résumé de la Revue.

IND. **Q 1101** Fiche n. **65.635**

P.G. TREGELLES et D. HARTLEY. MRDE's contribution to technological progress at the coalface. *Contribution du MRDE aux progrès technologiques dans les tailles.* — **The Mining Engineer,** 1977, février, p. 277/286, 2 fig., 7 tabl.

Exposé présenté à une réunion générale du IMinE Southern Counties Branch. Après avoir rappelé que le rôle de la recherche et du développement est évolutionnaire et que les progrès sont accomplis étape par étape, on examine l'évolution de la production journalière des tailles, le temps de marche des machines d'abattage, les avantages de la méthode d'exploitation rabattante, l'influence de l'attitude de la main-d'œuvre sur la productivité, l'évolution des accidents depuis la mécanisation, les problèmes d'environnement. Projets en cours du MRDE : amélioration de la fiabilité du matériel, augmentation du tonnage abattu par passe, mécanisation des extrémités de taille, télécommande et automatisation, amélioration de l'environnement au fond (grisou, poussière, chaleur et bruit). Le temps nécessaire pour mettre au point une nouvelle technique en exploitation des mines est généralement long (15 à 20 ans).

IND. **Q 1132** Fiche n. **65.526**

K. WHITWO. Inauguration of United Kingdom's new Selby coalfield. *Inauguration au Royaume-Uni du nouveau complexe charbonnier du bassin de Selby.* — **World Coal,** 1977, janvier, p. 15/18, 5 fig.

Les sondages de reconnaissance, commencés en 1972 dans le bassin charbonnier de Selby, ont montré l'existence de 10 veines de charbon exploitables. La principale (qui sera la 1ère exploitée) est la veine Barnsley, dont l'ouverture varie de 1,84 m à 3,35 m et la profondeur de 250 m à l'ouest à 1000 m au nord-est ; les réserves dans cette couche sont estimées à 600 Mio.t, dont la moitié sera laissée en place pour des questions d'affaissements en surface qui devront être au maximum de 0,99 m. Ce complexe charbonnier comprendra 5 mines avec 2 puits pour l'aérage et le transport du personnel et du matériel. La production prévue est de 10 Mio.t/an ; le démarrage de la production est prévu pour 1981-1982. L'abattage sera réalisé par des ha-

veuses-chargeuses à double tambour et l'exploitation sera rabattante. Transport du charbon par convoyeurs à câbles jusqu'à 1 silo de 1000 t ; concassage du charbon jusque 50 mm, puis transport par convoyeurs à câbles vers la surface dans une tour d'emmagasinage de 16/25.000 t et de là expédition du charbon vers les centrales électriques. Dispositions prises pour assurer la protection de l'environnement.

IND. **Q 1140** Fiche n. **65.532**

X. Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik im Jahre 1975. *Les charbonnages dans l'économie énergétique de la République Fédérale Allemande au cours de l'année 1975.* — **Statistik der Kohlenwirtschaft EV.,** Essen, 1976, octobre, 110 p. Nombr. tabl.

Au sommaire : I. Industrie charbonnière : 1) extraction ; 2) valorisation des charbons ; 3) stocks au puits ; 4) rendement et productivité ; 5) rationalisation et mécanisation ; 6) chiffres d'affaires, valeur de la production et dépenses pour la main-d'œuvre ; 7) investissements ; 8) effectifs de main-d'œuvre ; 9) fluctuation de la main-d'œuvre ; 10) pyramide des âges ; 11) postes prestés et perdus ; 12) évolution des salaires. II. Industrie des lignites : 13) déplacement des morts-terrains, production et valorisation ; 14) productivité ; 15) main-d'œuvre. III. Bilans des charbons : 16) houilles, briquettes et coke de houille ; 17) houilles ; 18) petites mines de houille ; 19) briquettes ; 20) coke ; 21) lignite. IV. Consommation d'énergie : 22) charbon et lignite ; 23) fuel-oil ; 24) électricité ; 25) gaz ; 26) industries sidérurgiques ; 27) chemins de fer fédéraux. V. Stocks : 28) stocks de charbon chez les producteurs et les consommateurs. VI. Commerce extérieur : 29) bilans ; 30) importation ; 31) exportation. VII. Bilans énergétiques : 32) production d'énergie primaire ; 33) consommation d'énergie primaire. VIII. Annexe. Vue d'ensemble sur les autres pays.

IND. **Q 1162** Fiche n. **65.541**

D. JACKSON. Stansbury mine, closed for 19 years, reopens and aims at 1,2 million tyr. *La mine de Stansbury, fermée pendant 19 ans, rouvre et vise une production de 1,2 Mio.t/an.* — **Coal Age,** 1976, décembre, p. 67/71, 7 fig.

Les travaux de remise en état de la mine souterraine de Stansbury, fermée depuis 19 ans, ont commencé en mars 1975 et, en 1976, la production a été de 200.000 t. Celle de 1977 doit être de 1,2 Mio.t. Travaux entrepris : construction d'un silo souterrain de 12.000 t, 2 nouveaux bouveaux descendants à 10° et de 630 m de longueur, remise en ordre d'une ancienne descenderie comme galerie de secours, dénoyage de la mine pour avoir accès aux 5 couches de charbon. Matériel d'exploitation : mineurs continus, boulonneuses Lee-Norse. Organisation du transport du charbon des chantiers vers la surface : camions-navettes, concasseurs, courroies de 900 mm, silo, courroies de 1050 mm vers la surface où le charbon est criblé et où le plus de 50 mm est de nouveau concassé à 0-2 mm. Expédition par « unit-train ». Problèmes rencontrés avec les couches de 12° à 15° de pente.

IND. **Q 123** Fiche n. **65.563**

M. GRENON. Les ressources non conventionnelles de pétrole et de gaz naturel. — **Revue de l'Energie,** 1977, janvier, p. 22/29, 3 fig., 2 tabl.

En juillet 1976, s'est tenue à Laxenburg (Autriche) une importante conférence, organisée conjointement par l'IIASA (Institut International d'Analyse des Systèmes Appliqués) et par l'UNITAR (Institut Spécialisé des Nations-Unies pour la Recherche et la Formation), sur l'ensemble des ressources mondiales de pétrole et de gaz, conventionnelles et non conventionnelles. Il est clair que ces ressources, dont certaines comme le schiste bitumineux, doivent être aujourd'hui réévaluées en fonction des nouveaux prix du pétrole, mais aussi en fonction d'un net ralentissement à l'échelle mondiale des programmes nucléaires. Les ressources additionnelles de pétrole : 1) ressources de pétrole conventionnelles (petits gisements, off-shore océanique, récupération assistée) ; 2) les huiles lourdes et sables asphaltiques : définition, situation des ressources et évaluation ; 3) les schistes bitumineux : estimation des ressources, techniques d'extraction. En conclusion, les ressources de pétrole non conventionnelles sont énormes et les techniques actuellement disponibles permettent d'accéder à ces ressources, mais elles souffrent, bien plus encore que de leurs coûts éventuels, de l'absence de toute réelle politique énergétique.

Bibliographie

R. BOWEN et A. GUNATILAKA. *Copper : its geology and economics.* Le cuivre : géologie et économie. Applied Science Publishers Ltd. London, 1977. 366 pages, 78 fig., 33 tabl., 40 réf. Prix : US $ 45.

Cet ouvrage sur la géologie des gisements de cuivre et sur son économie dans le monde est une synthèse des meilleures données de la littérature concernant ce métal sans lequel les industries électriques, de construction, de transport et autres auraient de très grandes difficultés de fonctionnement. Le premier chapitre est une revue du cuivre dans le monde et notamment la consommation et les réserves mondiales, le marché du cuivre et son avenir au cours de ce siècle et du suivant. Dans un deuxième chapitre, les auteurs étudient la classification des minerais de cuivre, les corrélations entre les gisements de cuivre porphyrique et la tectonique des plaques, les minerais sulfurés, l'évolution de la croûte terrestre et la genèse du cuivre. Les quatre chapitres suivants sont consacrés à l'étude des différents types des gisements. Les deux derniers chapitres traitent des différents aspects de l'industrie du cuivre, aussi bien technique (exploitation et raffinage) qu'économique (marché, prix) que politique et environnement, notamment en ce qui concerne l'exploitation des nodules de manganèse des océans. En annexe : liste alphabétique des minerais de cuivre avec leur composition, la consommation mondiale de cuivre en 1974, statistiques pour 1974 et 1976 des principales mines de cuivre aux Etats-Unis et identification des gisements potentiels de cuivre par les techniques biochimiques.

Prof. Dr. W. HÄFELE et Dr. W. SASSIN. *Zukünftige Energieversorgung : Optionen und Strategien.* Approvisionnement en énergie à l'avenir : options et stratégies. — Volume 14 de la série « Mines, Matières premières, Energie » — Verlag Glückauf. Essen 1976, 48 pages avec 24 tableaux. Prix : 14,60 DM.

L'auteur analyse le développement de la consommation globale d'énergie telle qu'elle est caractérisée jusqu'à présent par la croissance économique des pays industrialisés. Les Etats-Unis, les pays de la Communauté, l'Union Soviétique et le Japon, dont la population correspond à 20 % de la population mondiale, consomment plus de 70 % de l'énergie. Même si la croissance diminuait dans ces pays avec des oscillations plus ou moins grandes, ils contribueraient encore d'une façon importante à une augmentation de la consommation globale à cause de leur participation actuelle très élevée. A longue échéance, il y a encore deux causes importantes à signaler pour une continuation de la croissance des besoins en énergie, à savoir : l'augmentation de la population globale du monde et la nécessité tout à fait justifiée d'une amélioration sensible des conditions de vie dans les pays du Tiers Monde.

A ces augmentations indispensables de la consommation, l'auteur oppose les limites des sources traditionnelles d'énergie. Parmi les obstacles au passage à des sources alternatives d'énergie au cours d'une période de 50 ans, il y a lieu de citer : l'influence du climat, les risques admissibles pour la santé des populations, la vitesse avec laquelle les consommateurs pourront s'adapter aux nouvelles sources d'énergie et les besoins énormes en capitaux.

L'auteur discute l'adaptation structurelle à la croissance des besoins dans le cadre de l'économie des procédés concurrents. Il analyse la façon dont les nouvelles sources d'énergie, qui devront remplacer le gaz et le pétrole, pourront s'intégrer dans les transports, la répartition et la couverture des besoins des consommateurs. Il en déduit qu'il est absolument urgent d'élaborer une politique globale de l'énergie à long terme pour moins dépendre du marché mondial de l'énergie.

Brookhaven National Laboratory and Kernforschungsanlage Jülich. *An initial multi-national study of future energy systems and impacts of some evolving technologies.* Une première étude multinationale des futurs systèmes énergétiques et des impacts de certaines technologies en développement. — National Technical Information Service. U.S. Department of Commerce, 5285 Port Royal Road, Springfield, VA. 22161, 25 mars 1977, 60 p., 3 fig., 28 tabl. Prix : $ 4.50 - Microfiche $ 3.

Des participants des 13 pays de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) et la Commission des Communautés Européennes ont réalisé des analyses des

systèmes énergétiques. Une description quantitative du système énergétique 1974 a été préparée pour chaque nation participante. En 1974, la consommation énergétique du « Groupe des 13 nations » s'élevait à la moitié de la consommation énergétique mondiale. Ce « Groupe des 13 » importait plus de 30 % de ses besoins en énergie primaire, le pétrole et le gaz naturel intervenant pour les trois-quarts. Des projections ont été faites pour les années 1985 et 2000 de façon à étudier l'impact des nouvelles technologies et des mesures conservatoires.

Parmi les conclusions de cette étude, nous retenons :

— Les données de 1974 et les projections que l'on peut faire pour 1985 et l'an 2000 font apparaître un écart menaçant entre les approvisionnements et les demandes croissantes d'énergie pour les pays du « Groupe des 13 » considérés comme un ensemble. Sans l'introduction vigoureuse de technologies nouvelles et de mesures conservatoires, l'écart entre la demande et l'approvisionnement atteindra une ampleur inquiétante. Les capacités indigènes classiques d'approvisionnement du « Groupe des 13 » paraissent insuffisantes pour surmonter les menaces de déficit. Equilibrer les budgets énergétiques par des importations accrues de combustibles classiques exigerait un niveau d'importation apparemment irréalisable si on considère le taux d'accroissement de la production mondiale actuelle et l'importance des ressources connues. Le problème sera aggravé si on ne peut atteindre les objectifs relatifs à de nouvelles capacités nucléaires. Ou bien il faut développer de nouvelles technologies, accroître l'efficience dans l'utilisation de l'énergie et prendre des mesures conservatoires strictes, ou bien on ne pourra matérialiser les objectifs de croissance énergétique du « Groupe des 13 ».

— En général, la contribution possible de la plupart des technologies nouvelles considérées séparément paraît faible. La plus importante donne un maximum inférieur à 2 % des demandes totales en pétrole et gaz du « Groupe des 13 » pour l'année 1985 et inférieur à 6 % pour l'an 2000. Bien entendu, un effort important en recherche et développement pourrait accroître ces contributions.

Communiqué

Xe Congrès Minier Mondial, Istanbul, Octobre 1979.

Le Comité National Turc du Congrès Minier Mondial organise le Xe Congrès qui aura lieu du 8 au 12 octobre 1979, à Istanbul, Turquie. Le Congrès aura pour objet principal : « Minéraux et Travaux Miniers au Service de l'Humanité ». Les sujets sont résumés ci-dessous :

1. Utilisation des matières solides à faible pouvoir calorifique : lignites, charbons à faible pouvoir calorifique, schistes bitumineux, sables asphaltiques en vue de produire de l'énergie.
2. Problèmes d'exploitation souterraine et de mise en valeur des petits gisements minéraux tels que : chromite, bore, manganèse, plomb, zinc, etc.
3. Progrès dans l'exploitation de gisements de conditions difficiles tels que dépôts des fonds marins, gisements sous la mer, gisements sujets à pressions élevées de terrain, etc.
4. Etudes de faisabilité et rentabilité de l'économie des gisements minéraux.

Les communications seront suivies de discussions sous forme de Tables Rondes.

Les langues du Congrès sont l'anglais, le français, l'allemand, le russe et l'espagnol. L'interprétation simultanée se fera dans chacune de ces langues.

Une exposition d'équipement minier sera organisée entre le 6 et le 13 octobre. Des excursions et des visites techniques sont prévues.

Les participants désireux de présenter des communications sont priés d'établir les titres et les résumés ne dépassant pas 150 mots, dans l'une des langues du Congrès, et de les faire parvenir à l'adresse indiquée ci-dessous pour octobre 1977 au plus tard, par l'intermédiaire de leurs Comités Nationaux.

Des renseignements plus détaillés relatifs au Congrès seront donnés dans la première circulaire.

Comité National Turc du Congrès Minier Mondial
Ziya Gökalp Cad. No. 17, Kat 8
Ankara - Turquie.

Imprimerie Robert LOUIS, s.p.r.l., rue Borrens 35-43, 1050 Bruxelles
Drukkerij Robert LOUIS, p.v.b.a., Borrensstraat 35-43, 1050 Brussel